

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(назва факультету, інституту)

Кафедра електропостачання
(назва кафедри)

"На правах рукопису"
УДК 621.31

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

(підпис) В.А.Попов
(ініціали, прізвище)
“ ” _____ 2019 р.

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

зі спеціальності 141.01 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
спеціалізація «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

на тему: «Комплексний енергомоніторинг житлової будівлі м. Києва»

Виконала: студент VI курсу, групи ОН – 81мп.

Тарануха Василь Веніамінович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник _____ к.т.н., доцент Чернявський А.В.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Нормоконтроль _____ ас. Прокопенко І.Д.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повна назва)

Кафедра електропостачання
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 141.01 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код і назва)

Спеціалізація «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) (ініціали, прізвище)
«__» _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Тарануха Василь Веніамінович
(прізвище, ім'я, по батькові)**

1. Тема дисертації Підвищення рівня енергоефективності інженерних систем будівлі м. Києва

науковий керівник дисертації Чернявський Анатолій Володимирович, к.т.н, доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «04.11.2019 р. № 3814-с

2. Термін подання студентом дисертації 12 грудня 2019р.

3. Об'єкт дослідження Системи інженерно-технічного забезпечення будинку

4. Предмет дослідження Енергоефективність житлових будинків, пов'язана з процесом поєднання основних складових інженерних систем будинку на основі енергетичної діагностики та перевірки існуючого обладнання

5. Перелік завдань, які потрібно розробити

1) Методи підвищення рівня енергоефективності інженерних систем житлового будинку.

2) Дослідження існуючого стану інженерно-технічного обладнання житлового будинку.

3) Рекомендації по збільшенню рівня енергоефективності.

4) Можливості удосконалення інженерних систем на основі технологічного базису, що застосовується в даній сфері.

5) Побудова алгоритму проведення енергомоніторингу.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу: зображення інженерного обладнання будинку, обладнання для підвищення енергоефективності інженерних систем, таблиці споживання енергетичних ресурсів

7. Орієнтовний перелік публікацій : II НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МАГІСТРАНТІВ ІЕЕ «Секція: Сталий розвиток енергетики. Сучасні системи забезпечення електричною енергією». Тема: «Заходи з підвищення рівня енергоефективності інженерних систем будівлі м. Києва».

8. Консультант по нормам контролю ас. Прокопенко І.Д.

9. Дата видачі завдання 31.05.2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	<i>Аналіз нормативної бази</i>	<i>10.07.2019 - 30.07.2019</i>	
2	<i>Методика визначення енергетичної ефективності інженерних систем будівлі</i>	<i>01.08.2019- 17.08.2019</i>	
3	<i>Опис об'єкту дослідження та аналіз існуючих інженерних систем будівлі</i>	<i>15.09.2019 - 29.09.2019</i>	
4	<i>Структура енергетичних витрат будівлі</i>	<i>30.09.2019 - 09.10.2019</i>	
5	<i>Енергетичний баланс інженерних систем</i>	<i>10.10.2019 - 31.10.2019</i>	
6	<i>Заходи з підвищення енергоефективності інженерних систем будівлі</i>	<i>01.11.2019 - 10.11.2019</i>	
7	<i>Розробка стартап проекту</i>	<i>20.11.2019 - 28.11.2019</i>	
8	<i>Оформлення презентації</i>	<i>29.11.2019 - 07.12.2019</i>	
9	<i>Захист дисертації</i>	<i>16.12.2019 - 19.12.2019</i>	

Студент

(підпис)

Тарануха В.В.
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації
(підпис)

(ініціали, прізвище)

Чернявський А.В.

АНОТАЦІЯ

Дисертаційна робота складається з 96-ти сторінок, 30-ти таблиць, 23-х рисунків, 33-х використаних джерел.

В дисертаційній роботі розглядається питання підвищення рівня енергоефективності інженерних систем житлової будівлі. Дослідження базується на отриманому досвіді у сфері енергозбереження будинку, перевірки та вдосконалення існуючих систем. Повна діагностика базується на встановленні основних показників енергоефективності. Інженерне оснащення будинку включає в себе усі структурні підрозділи, що впливають на значне споживання ресурсів. Існуючий план розподілу та використання енергії споживачами на основі базових принципів енергоефективності є одним з важливих аспектів роботи. Для оцінки інженерної складової буде проведено порівняльне дослідження. Такі параметри як енергоспоживання за кожен рік, заходи з енергоефективності, що вже проводились в будинку, тарифні умови, витрати енергетичних ресурсів є невід'ємною його частиною. Це необхідно для оцінки стану будинку і встановлення можливостей скорочення витрат енергії зараз і в майбутньому.

Актуальність теми дослідження.

За даними відомої датської компанії Velux [1] 90% нашого часу ми проводимо в будівлях, на життєзабезпечення яких витрачається 40% енергії, що виробляється в світі. На даний час навіть в Європі до 30% всіх будівель не забезпечують здоровий мікроклімат в приміщеннях. В Україні на потреби опалення існуючого комунального житлового фонду щорічно використовується оцінково до 200 кВт·годин на 1 кв. м. опалювальної площі, що зумовлено великими дисипативними втратами теплоти через огорожувальні будівельні конструкції будинків (вікна, стіни, дахи, підвали тощо). Фактично в будинках старої забудови майже половина енергії первинного палива втрачається при генерації, транспортуванні і кінцевому споживанні теплової енергії, де втрати теплоти подекуди сягають 50%. Це призводить до надмірної перевитрати природного газу для потреб теплозабезпечення.

Згідно з нормативно-технічними вимогами України будинки високої енергетичної ефективності повинні щорічно споживати до 65...75 кВт·год на 1 кв. м. площі, для Німеччини аналогічний показник становить 40 кВт·год на 1 кв. м., а для будівель так званого «пасивного типу» - не більше 15 кВт·год на 1 кв. м. Для кліматичних умов України рівень теплоспоживання будинку пасивного типу законодавчо не визначений. Тому проблема суттєвого підвищення енергоефективності будівель шляхом теплозбереження за рахунок використання інноваційних будівельних конструкцій та застосування сучасних інженерних систем теплозабезпечення (включаючи використання поновлюваних та альтернативних джерел енергії) є вкрай актуальною. Одним із напрямків вирішення нагальних завдань енергозбереження в існуючому будівельному фонді та в новобудовах є впровадження пілотних проектів по термомодернізації будівель; по пасивним, «зеленим», екологічно чистим, «активним» будинкам; з обов'язковим довгорічним моніторингом їх показників реального енергоспоживання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

В дисертаційній роботі напрямом дослідження є енергоефективність інженерних систем будинку. Одним з головних завдань є підвищення ефективності і надійності функціонування системи шляхом модернізації існуючого теплогенеруючого обладнання та впровадження сучасних енергоефективних технологій і устаткування. Отже, зв'язок полягає в необхідності заміни чи оновлення обладнання, що входить до складу інженерних систем будинку. Тобто проведення необхідних заходів з енергозбереження з метою економії ресурсу. Це, в свою чергу, вплине на рівень споживання енергетичних ресурсів, який є основою сталого розвитку енергетики – однієї з важливих задач кафедри електропостачання.

Метою роботи є підвищення рівня енергоефективності за рахунок проведення комплексного аналізу інженерних систем будинку з урахуванням існуючої моделі енергозабезпечення та контролю показників впливу на ефективність роботи інженерно-технічного обладнання.

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі розглядаються такі основні **задачі**:

- методи підвищення рівня енергоефективності інженерних систем житлового будинку;
- провести дослідження існуючого стану інженерно-технічного обладнання житлового будинку;
- зробити розрахунок споживання енергетичних ресурсів будівлі, встановлення показників енергоефективності;
- виявити можливості удосконалення інженерних систем будинку;

Об'єктом досліджень є системи інженерно-технічного забезпечення будинку.

Предметом досліджень є енергоефективність житлових будинків, пов'язана з процесом поєднання основних складових інженерних систем будинку на основі енергетичної діагностики та перевірки існуючого обладнання.

Методи досліджень. Методичну основу проведеного наукового дослідження складають такі методи: теоретичний метод аналізу існуючого стану інженерно-технічного обладнання, розрахунковий метод споживання енергетичних ресурсів, розрахунковий метод визначення балансу енергетичних ресурсів.

Наукова новизна роботи полягає у наступному:

- здійснення нових напрямків удосконалення інженерних систем об'єкта за ознакою його енергоефективності;
- на основі проведеного аналізу режимів функціонування споживачів теплової та електричної енергії у житлових будинках, а також аналізу методів та заходівв підвищення в них енергоефективності було розроблено методологію оцінювання ефективності впровадження енергоефективних технологій для підвищення рівня енергоефективності житлових будинків.

Практичне значення отриманих результатів роботи полягає у підвищенні енергоефективності житлового будинку шляхом перевірки і вдосконалення існуючих інженерних систем.

Апробація результатів дисертації.

Основні положення, а також результати досліджень, що включені в дисертаційну роботу буди представлені на II-й науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ. Секція: «Сталий розвиток енергетики. Сучасні системи забезпечення електричною енергією».

Публікації.

Матеріали дисертаційної роботи відображено у 33 наукових працях, у тому числі – 8 у наукових фахових виданнях (з них 6 в виданнях іноземних держав, 4 у виданнях України, які включені до міжнародних наукових баз), 3 – в інших наукових виданнях (з них 2 у виданнях України, які включені до міжнародних наукових баз), 7 тезах доповідей у збірниках матеріалів конференцій.

Ключові слова: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, РІВЕНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК, ІНЖЕНЕРНА СИСТЕМА, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ, ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.

АННОТАЦИЯ

Диссертация состоит из 96-ти страниц, 30-ти таблиц, 23-х рисунков, 33-х использованных источников.

В диссертационной работе рассматривается вопрос повышения уровня энергоэффективности инженерных систем жилого здания. Исследование базируется на полученном опыте в сфере энергосбережения дома, проверки и совершенствования существующих систем. Полная диагностика базируется на установлении основных показателей энергоэффективности. Инженерное оснащение дома включает в себя все структурные подразделения, влияющие на большое потребление ресурсов. Существующих план распределения и использования энергии потребителями на основе базовых принципов энергоэффективности является одним из важных аспектов работы. Для оценки инженерной составляющей будет проведено сравнительное исследование. Такие параметры как энергопотребление за каждый год, мероприятия по энергоэффективности, что уже проводились в доме, тарифные условия, затраты энергетических ресурсов является неотъемлемой его частью. Это необходимо для оценки состояния дома и установления возможностей сокращения затрат энергии сейчас и в будущем.

Актуальность темы исследования.

По данным известной датской компании Velux [1] 90% нашего времени мы проводим в зданиях, на жизнеобеспечение которых расходуется 40% энергии, вырабатываемой в мире. В настоящее время даже в Европе до 30% всех зданий не обеспечивают здоровый микроклимат в помещениях. В Украине на нужды отопления существующего коммунального жилищного фонда ежегодно используется оценочно до 200 кВт часов на 1 кв. м. отапливаемой площади, что обусловлено большими диссипативными потерями теплоты через ограждающие строительные конструкции зданий (окна, стены, крыши, подвалы и т.п.). Фактически в домах старой застройки почти половина энергии первичного топлива теряется при генерации, транспортировке и конечном потреблении тепловой

энергии, где потери теплоты иногда достигают 50%. Это приводит к чрезмерной перерасхода природного газа для нужд теплоснабжения.

Согласно нормативно-техническими требованиями Украине дома высокой энергетической эффективности должны ежегодно потреблять до 65 ... 75 кВт · ч на 1 кв. м. площади, для Германии аналогичный показатель составляет 40 кВт · ч на 1 кв. м., а для зданий так называемого «пассивного типа» - не более 15 кВт · ч на 1 кв. м. Для климатических условий Украины уровень теплопотребления дома пассивного типа законодательно не определен. Поэтому проблема существенного повышения энергоэффективности зданий путем теплосбережения за счет использования инновационных строительных конструкций и применения современных инженерных систем теплоснабжения (включая использование возобновляемых и альтернативных источников энергии) является крайне актуальной. Одним из направлений решения насущных задач энергосбережения в существующем строительном фонде и в новостройках является внедрение пилотных проектов по термомодернизации зданий; по пассивным, «зеленым», экологически чистым, «активным» домам; с обязательным многолетний мониторингом их показателей реального энергопотребления.

Связь работы с научными программами, планами, темами.

В диссертационной работе направлением исследования является энергоэффективность инженерных систем дома. Одной из главных задач является повышение эффективности и надежности функционирования системы путем модернизации существующего теплогенерирующего оборудования и внедрение современных энергоэффективных технологий и оборудования. Итак, связь заключается в необходимости замены или обновления оборудования, входящего в состав инженерных систем дома. То есть проведение необходимых мероприятий по энергосбережению с целью экономии ресурса. Это, в свою очередь, повлияет на уровень потребления энергетических ресурсов, который является основой устойчивого развития энергетики - одной из важных задач кафедры электроснабжения.

Целью работы является повышение уровня энергоэффективности за счет проведения комплексного анализа инженерных систем дома с учетом существующей модели энергообеспечения и контроля показателей влияния на эффективность работы инженерно-технического оборудования.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе рассматриваются следующие основные **задачи**:

- методы повышения уровня энергоэффективности инженерных систем жилого дома;

- провести исследования существующего состояния инженерно-технического оборудования жилого дома;

- произвести расчет потребления энергетических ресурсов здания, установление показателей энергоэффективности;

- выявить возможности совершенствования инженерных систем здания;

Объектом исследований являются системы инженерно-технического обеспечения дома.

Предметом исследований является энергоэффективность жилых домов, связанная с процессом сочетание основных составляющих инженерных систем здания на основе энергетической диагностики и проверки существующего оборудования.

Методы исследований. Методическую основу проведенного научного исследования составляют следующие методы: теоретический метод анализа существующего состояния инженерно технического обладания, расчетный метод потребления энергетических ресурсов, расчетный метод определения баланса энергетических ресурсов.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- осуществление новых направлений совершенствования инженерных систем объекта по признаку его энергоэффективности;

- на основе проведенного анализа режимов функционирования потребителей тепловой и электрической энергии в жилых домах, а также анализа методов и заходивв повышение в них энергоэффективности была разработана методология

оценки эффективности внедрения энергоэффективных технологий для повышения уровня энергоэффективности жилых домов.

Практическое значение полученных результатов работы заключается в повышении энергоэффективности жилого дома путем проверки и совершенствования существующих инженерных систем.

Апробация результатов диссертации.

Основные положения, а также результаты исследований, включенные в диссертационную работу были представлены на II-й научно-технической конференции магистрантов ИЭЭ. Секция: «Устойчивое развитие энергетики. Современные системы обеспечения электрической энергией».

Публикации.

Материалы диссертационной работы отражены в 33 научных работах, в том числе - 8 в научных профессиональных изданиях (из них 6 в изданиях иностранных государств, 4 в изданиях Украины, включенных в международных научных баз), 3 - в других научных изданиях (из них 2 в изданиях Украины, включенных в международных научных баз), 7 тезисах докладов в сборниках материалов конференций.

Ключевые слова: ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, УРОВЕНЬ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ, ЖИЛОЙ ДОМ, ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ, РАСХОД ЭНЕРГИИ, МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ.

ANNOTATION

The dissertation consists of 96 pages, 30 tables, 23 drawings, 33 used sources.

The dissertation deals with the issue of increasing the level of energy efficiency of residential building engineering systems. The research is based on the experience gained in the field of home energy conservation, inspection and improvement of existing systems. Full diagnostics are based on the establishment of key indicators of energy efficiency. Home engineering includes all structural units that affect significant resource consumption. Existing energy distribution and use plans based on basic energy efficiency principles are an important aspect of the work. A comparative study will be conducted to evaluate the engineering component. Such parameters as energy consumption for each year, energy efficiency measures already carried out in the home, tariff conditions, energy consumption are an integral part of it. This is necessary to assess the condition of the home and identify opportunities to reduce energy costs now and in the future.

Relevance of the research topic.

According to the well-known Danish company Velux [1], we spend 90% of our time in buildings that provide 40% of the world's energy production. At present, even in Europe, up to 30% of all buildings do not provide a healthy indoor climate. In Ukraine, an estimated up to 200 kWh per 1 square meter is used annually for the heating needs of an existing communal housing stock. m. of the heating area, which is caused by large dissipative heat losses due to the building envelope (windows, walls, roofs, basements, etc.). In fact, in old buildings, almost half of the primary fuel energy is lost in the generation, transportation and final consumption of thermal energy, where heat losses in some places reach 50%. This leads to excessive consumption of natural gas for heat supply.

According to the requirements of Ukraine, high energy efficiency homes must consume up to 65... 75 kWh per 1 square meter per year. m. area, for Germany a similar figure is 40 kWh per 1 square meter. m., and for buildings of the so-called "passive type" - no more than 15 kWh per 1 sq. m. m. For the climatic conditions of Ukraine the level of heat consumption of the passive type house is not legally determined. Therefore, the

problem of significantly improving the energy efficiency of buildings through heat conservation through the use of innovative building structures and the use of modern engineering systems of heat supply (including the use of renewable and alternative energy sources) is extremely urgent. One of the directions of solving the urgent problems of energy saving in the existing building stock and in new buildings is the implementation of pilot projects on thermal modernization of buildings; passive, green, environmentally friendly, active homes; with mandatory long-term monitoring of their actual energy consumption.

Relationship with working with scientific programs, plans, topics.

In the dissertation the direction of research is energy efficiency of engineering systems of the house. One of the main tasks is to increase the efficiency and reliability of the system operation by modernizing existing heat generating equipment and introducing modern energy efficient technologies and equipment. Therefore, the connection is the need to replace or upgrade the equipment that is included in the engineering systems of the home. That is, carrying out the necessary energy saving measures in order to save resources. This, in turn, will affect the level of consumption of energy resources, which is the basis for the sustainable development of energy - one of the important tasks of the Department of Power Supply.

The purpose of the work is to increase the level of energy efficiency by carrying out a comprehensive analysis of engineering systems at home, taking into account the existing model of energy supply and control of the impact on the efficiency of engineering equipment.

In order to achieve this **goal**, the following main **tasks** are considered in the dissertation:

- methods for improving the energy efficiency of residential systems engineering;
- study of the existing state of engineering and technical equipment of a dwelling house;
- verification of project documentation in order to assess the real state of affairs;
- consumption of energy resources of the building, establishment of energy efficiency indicators;

- Possibilities of improvement of engineering systems on the basis of technological basis applied in this field;

- price / quality ratio and durability / practicality in engineering systems concept;

- recommendations for increasing the level of energy efficiency;

The object of research is systems of engineering and technical support of the house.

The subject of research is the energy efficiency of residential buildings, connected with the process of combining the main components of engineering systems of the home based on energy diagnostics and inspection of existing equipment.

Research Methods. The methodological basis of the scientific research is the following methods: the theoretic method of analysis of the existing state of engineering and technical equipment, the calculated method of consumption of energy resources, the calculated method of determining the balance of energy resources.

The scientific novelty of the work is as follows:

- implementation of new directions of improvement of engineering systems of the object on the basis of its energy efficiency;

- based on the analysis of the modes of functioning of the consumers of heat and electricity in residential buildings, as well as the analysis of methods and measures for improving their energy efficiency, a methodology for evaluating the efficiency of the implementation of energy efficient technologies for improving the level of energy efficiency of residential buildings was developed.

The practical value of the results obtained is to improve the energy efficiency of a dwelling house by checking and improving existing engineering systems.

Testing the results of the thesis.

The main provisions, as well as the results of the research included in the dissertation, will be presented at the II-th Scientific and Technical Conference of IEE undergraduates. Section: "Sustainable Energy Development. Modern systems of electricity supply".

Publications.

The materials of the dissertation are reflected in 33 scientific works, including 8 in scientific professional editions (6 of them in editions of foreign countries, 4 in editions of Ukraine, which are included in international scientific bases), 3 - in other scientific editions (2 of them) 7 editions of papers in the conference proceedings.

Keywords: ENERGY EFFICIENCY, ENERGY EFFICIENCY LEVEL, HOUSING HOUSE, ENGINEERING SYSTEM, ENERGY SAVING, ENERGY EFFICIENCY EFFECTS, EFFICIENCY.

ЗМІСТ

ЗМІСТ.....	13
ВСТУП	15
1 ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ.....	19
1.1 Класифікація інженерних системи житлової будівлі	19
1.2 Методика визначення енергетичної ефективності житлової будівлі.....	28
1.3 Визначення класу енергоефективності житлової будівлі.....	29
1.4 Порядок розроблення рекомендацій щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності інженерних систем	30
1.5 Фінансування заходів з енергозбереження	33
Висновок до першого розділу.....	36
2 ОБСТЕЖЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ.....	37
2.1 Загальний опис методики обстеження.....	37
2.2 Опис загального стану будівлі.....	39
2.3 Аналіз існуючих інженерних систем та річного споживання енергетичних ресурсів будівлі	46
2.4 Баланс енерговикористання з точки зору перевірки інженерної складової.....	58
2.4.1 Загальна структура енергетичних витрат.....	58
2.4.2 Складання теплового балансу	60
2.4.2.1 Теплонадходження від людей	61
2.4.2.2 Теплонадходження від електроустаткування і приладів	61
2.3.2.3 Теплонадходження від освітлювальних приладів	62
2.3.2.4 Теплонадходження від сонячної радіації	63
Висновок до другого розділу	65
3 ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ БУДІВЛІ.....	66
3.1 Встановлення частотно-регулюючого електроприводу на циркуляційний насос	66
3.1.1 Загальний опис заходу.....	66
3.1.2 Економія енергії при використанні частотно-регулюючого електроприводу в насосних установках.....	68
3.2 Модернізація системи внутрішнього освітлення	73
3.2.1 Заміна світильників.....	73
3.2.2 Встановлення датчиків руху на світильники в місцях загального користування	76
3.4 Заміна двигуна в ліфтовій установці.....	78
3.5 Встановлення автоматичних вузлів обліку і регулювання теплової енергії.....	80
3.6 Промивка трубопроводів системи опалення і гарячого водопостачання.....	83
Визначаємо річну різницю в затратах електроенергії по формулі (3.27):	85
$\Delta W = \Delta N \cdot T \cdot n = 14,871 \cdot 8760 \cdot 0,05 = 6513,4 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$	85
Висновок до третього розділу	87

4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ	88
4.1 Ідея стартап-проекту	90
4.2 Запуск проекту на ринок. Можливості та перспективи	93
Висновки до четвертого розділу	96
ВИСНОВКИ	97
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	98

ВСТУП

Дисертаційна робота складається з 96-ти сторінок, 30-ти таблиць, 23-х рисунків, 33-х використаних джерел.

В дисертаційній роботі розглядається питання підвищення рівня енергоефективності інженерних систем житлової будівлі. Дослідження базується на отриманому досвіді у сфері енергозбереження будинку, перевірки та вдосконалення існуючих систем. Повна діагностика базується на встановленні основних показників енергоефективності. Інженерне оснащення будинку включає в себе усі структурні підрозділи, що впливають на значне споживання ресурсів. Існуючих план розподілу та використання енергії споживачами на основі базових принципів енергоефективності є одним з важливих аспектів роботи. Для оцінки інженерної складової буде проведено порівняльне дослідження. Такі параметри як енергоспоживання за кожен рік, заходи з енергоефективності, що вже проводились в будинку, тарифні умови, витрати енергетичних ресурсів є невід'ємною його частиною. Це необхідно для оцінки стану будинку і встановлення можливостей скорочення витрат енергії зараз і в майбутньому.

Актуальність теми дослідження.

За даними відомої датської компанії Velux [1] 90% нашого часу ми проводимо в будівлях, на життєзабезпечення яких витрачається 40% енергії, що виробляється в світі. На даний час навіть в Європі до 30% всіх будівель не забезпечують здоровий мікроклімат в приміщеннях. В Україні на потреби опалення існуючого комунального житлового фонду щорічно використовується оцінково до 200 кВт·годин на 1 кв. м. опалювальної площі, що зумовлено великими дисипативними втратами теплоти через огорожувальні будівельні конструкції будинків (вікна, стіни, дахи, підвали тощо). Фактично в будинках старої забудови майже половина енергії первинного палива втрачається при генерації, транспортуванні і кінцевому споживанні теплової енергії, де втрати теплоти подекуди сягають 50%. Це призводить до надмірної перевитрати природного газу для потреб теплозабезпечення.

Згідно з нормативно-технічними вимогами України будинки високої енергетичної ефективності повинні щорічно споживати до 65...75 кВт·год на 1 кв. м. площі, для Німеччини аналогічний показник становить 40 кВт·год на 1 кв. м., а для будівель так званого «пасивного типу» - не більше 15 кВт·год на 1 кв. м. Для кліматичних умов України рівень теплоспоживання будинку пасивного типу законодавчо не визначений. Тому проблема суттєвого підвищення енергоефективності будівель шляхом теплозбереження за рахунок використання інноваційних будівельних конструкцій та застосування сучасних інженерних систем теплозабезпечення (включаючи використання поновлюваних та альтернативних джерел енергії) є вкрай актуальною. Одним із напрямків вирішення нагальних завдань енергозбереження в існуючому будівельному фонді та в новобудовах є впровадження пілотних проектів по термомодернізації будівель; по пасивним, «зеленим», екологічно чистим, «активним» будинкам; з обов'язковим довгорічним моніторингом їх показників реального енергоспоживання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

В дисертаційній роботі напрямом дослідження є енергоефективність інженерних систем будинку. Одним з головних завдань є підвищення ефективності і надійності функціонування системи шляхом модернізації існуючого теплогенеруючого обладнання та впровадження сучасних енергоефективних технологій і устаткування. Отже, зв'язок полягає в необхідності заміни чи оновлення обладнання, що входить до складу інженерних систем будинку. Тобто проведення необхідних заходів з енергозбереження з метою економії ресурсу. Це, в свою чергу, вплине на рівень споживання енергетичних ресурсів, який є основою сталого розвитку енергетики – однієї з важливих задач кафедри електропостачання.

Метою роботи є підвищення рівня енергоефективності за рахунок проведення комплексного аналізу інженерних систем будинку з урахуванням існуючої моделі енергозабезпечення та контролю показників впливу на ефективність роботи інженерно-технічного обладнання.

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі розглядаються такі основні **задачі**:

- методи підвищення рівня енергоефективності інженерних систем житлового будинку;
- провести дослідження існуючого стану інженерно-технічного обладнання житлового будинку;
- зробити розрахунок споживання енергетичних ресурсів будівлі, встановлення показників енергоефективності;
- виявити можливості удосконалення інженерних систем будинку;

Об'єктом досліджень є системи інженерно-технічного забезпечення будинку.

Предметом досліджень є енергоефективність житлових будинків, пов'язана з процесом поєднання основних складових інженерних систем будинку на основі енергетичної діагностики та перевірки існуючого обладнання.

Методи досліджень. Методичну основу проведеного наукового дослідження складають теоретичні методи, такі як: метод аналізу існуючого стану інженерно-технічного обладнання (обстеження систем опалення, гарячого водопостачання, освітлення, вентиляції та кондиціонування), розрахунковий метод споживання енергетичних ресурсів, розрахунковий метод визначення балансу енергетичних ресурсів.

Наукова новизна роботи полягає у наступному:

- здійснення нових напрямків удосконалення інженерних систем об'єкта за ознакою його енергоефективності;
- на основі проведеного аналізу режимів функціонування споживачів теплової та електричної енергії у житлових будинках, а також аналізу методів та заходів підвищення в них енергоефективності було розроблено методологію оцінювання ефективності впровадження енергоефективних технологій для підвищення рівня енергоефективності житлових будинків.

Практичне значення отриманих результатів роботи полягає у підвищенні енергоефективності житлового будинку шляхом перевірки і вдосконалення існуючих інженерних систем.

Апробація результатів дисертації.

Основні положення, а також результати досліджень, що включені в дисертаційну роботу були представлені на II-й науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ. Секція: «Сталий розвиток енергетики. Сучасні системи забезпечення електричною енергією».

Публікації.

Матеріали дисертаційної роботи відображено у 33 наукових працях, у тому числі – 8 у наукових фахових виданнях (з них 6 в виданнях іноземних держав, 4 у виданнях України, які включені до міжнародних наукових баз), 3 – в інших наукових виданнях (з них 2 у виданнях України, які включені до міжнародних наукових баз), 7 тезах доповідей у збірниках матеріалів конференцій.

Ключові слова: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, РІВЕНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК, ІНЖЕНЕРНА СИСТЕМА, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ, ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.

1 ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ

1.1 Класифікація інженерних системи житлової будівлі

Роботу з підвищення енергоефективності будівлі слід розпочинати з ретельної й усебічної перевірки технічного стану будівлі та його інженерних систем.

В аналізі інженерних систем будинку повинні бути враховані всі складові (див. рис. 1.1), маються на увазі внутрішні проекти інженерних комунікацій. В кожній окремо взятої інженерної складової є свої особливості, які треба врахувати в контексті майбутньої перевірки.

Повне обстеження інженерних систем являє собою проведення збору та аналізу інформації щодо фактичного стану інженерних систем і їх елементів (у тому числі обладнання), за результатом якого встановлюються фактичні показники енергетичної ефективності систем та визначається їх відповідність встановленим вимогам.

Далі формується документ установленої форми, в якому визначено показники енергетичної ефективності інженерних систем будівлі, житлового або нежитлового приміщення, рекомендації щодо їх підвищення (за необхідності), а також інші відомості про інженерні системи будівлі, житлових або нежитлових приміщень, енергетичну ефективність яких обстежено.

На цьому етапі головним завданням є виявлення всіх факторів, які негативно впливають на стійкість будівлі та безперебійну роботу її інженерних систем, а також визначення конкретних причин наднормативного енергоспоживання. Такий аналіз повинен лягти в основу майбутньої програми підвищення енергоефективності будівлі, що включає перелік ремонтних робіт, пов'язаних із підвищенням стійкості будівлі, і термомодернізаційних заходів з орієнтовними строками їх виконання та витратами на реалізацію.[2]

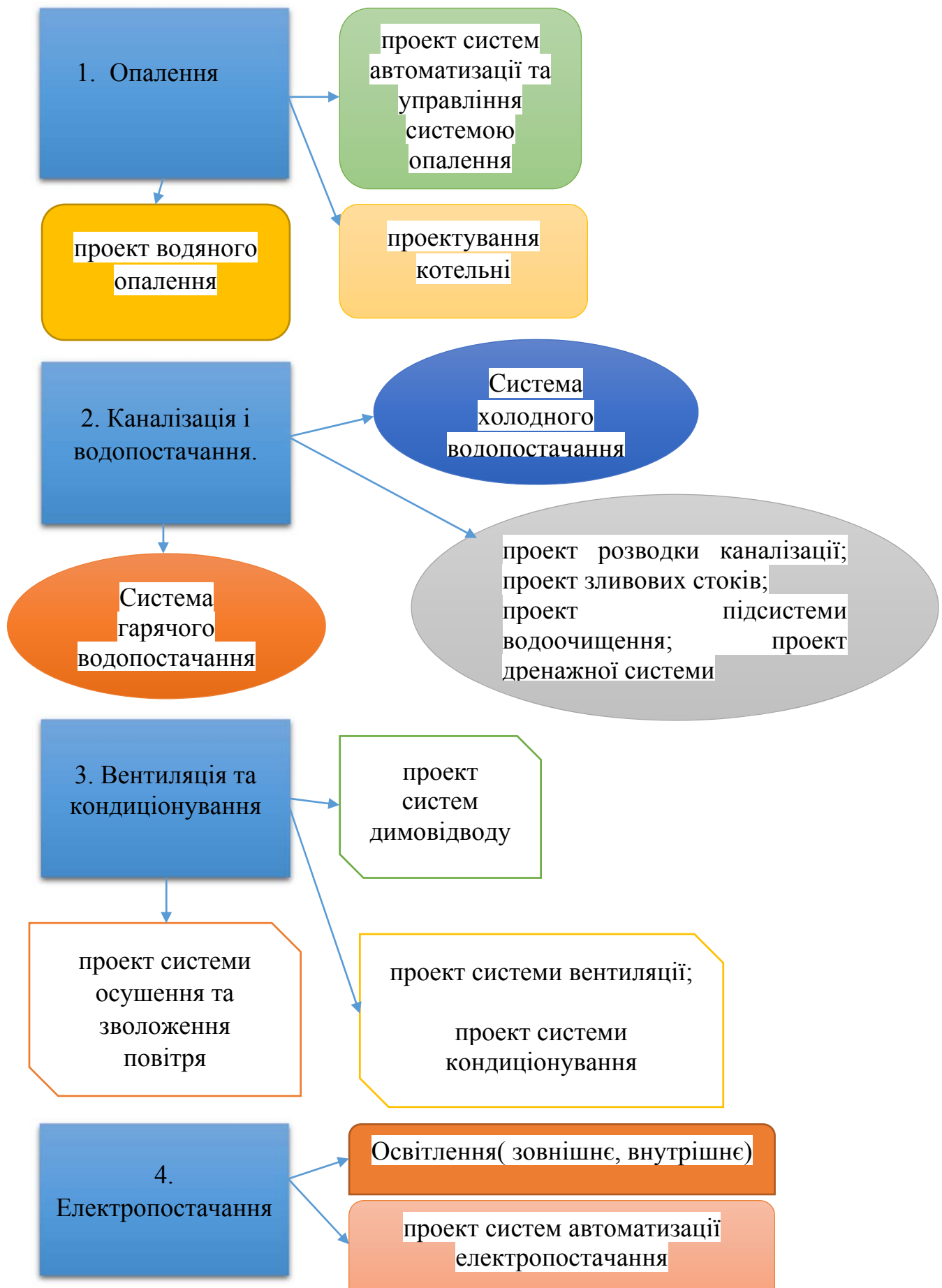


Рисунок 1.1 – Інженерні системи житлового будинку

Основні вимоги до енергетичної ефективності систем опалення, вентиляції та кондиціонування (ОВК):

1. Системи ОВК слід проектувати відповідно до класу їх енергоефективності;
2. Клас енергоефективності технічного оснащення, автоматизації, моніторингу й управління систем ОВК слід приймати не нижче класу енергоефективності будівлі;
3. Рекомендується застосовувати обладнання (насоси, терморегулятори тощо) класу енергоефективності А, незалежно від класу енергоефективності будівлі та технічного оснащення;
4. Системи механічної загальнообмінної вентиляції та кондиціонування повітря повинні бути обладнані засобами для автоматичного регулювання витрат рециркуляційного та зовнішнього припливного повітря залежно від умов використання приміщення, що обслуговується, та зовнішніх кліматичних умов;
5. Для досягнення показників питомих тепловитрат у системах механічної загальнообмінної вентиляції та системах кондиціонування повітря слід застосовувати теплоутилізацію та/або регулювання за потребою;
6. Опалювальні прилади мають бути оснащені автоматичними регуляторами температури повітря в приміщенні (терморегулятор або електронний регулятор витрати теплоносія).[3]

Якщо більш детально, система опалення повинна відповідати ряду вимог, які можна поєднати у такі групи:

- а) санітарно-гігієнічні;
- б) техніко-економічні;
- в) архітектурно-будівельні;
- г) монтажні-експлуатаційні;
- д) естетичні.

Найбільш важливими є санітарно-гігієнічні і монтажні-експлуатаційні вимоги, які обумовлюються необхідністю підтримувати задану температуру в приміщеннях протягом опалювального сезону. По цьому показнику перевагу перед

іншими видами мають повітря й вода, тому що при використанні гарячого повітря можна постійно підтримувати рівномірну температуру кожного окремого приміщення шляхом швидкої зміни його температури, а при використанні води, підтримувати рівномірну температуру приміщення шляхом регулювання подаваної в опалювальні прилади води за допомогою термічних регуляторів і регуляторів витрати теплоносія в стояках.

Температура внутрішнього повітря повинна бути рівномірною як у горизонталь ному, так й у вертикальному напрямках (по горизонталі різниця температур не повинна перевищувати 2 °С, по вертикалі - 1 °С на 1 метр висоти приміщення). Внутрішні поверхні повинні мати температуру, що наближається до температури повітря в приміщенні й забезпечувати мінімальний час нагрівання елементів високої теплової акумуляції. Важливою санітарно-гігієнічною вимогою є також обмеження температури на поверхні нагрівальних приладів, тому що при температурі понад 60 °С на поверхні приладу починається розкладання (суха сублімація) органічного пилу. У зв'язку із цим найбільш несприятливими є системи опалення з теплоносіями пар та електричні повітрянагрівачі. Техніко-економічні вимоги - це простота пристрою системи, найменша витрата матеріалів і трудових витрат при монтажі й експлуатації.

Архітектурно-будівельні й естетичні вимоги зводяться до того, щоб окремі елементи опалювальних установок не порушували зовнішнього архітектурного вигляду та дизайн приміщень будинку, гармоніювали із внутрішнім оздобленням приміщень і не займали зайвих площ. При цьому необхідно враховувати теплотехнічні характеристики будинку, його геометрію.

Сучасна система опалення повинна не тільки покривати тепловтрати, але й вчасно реагувати на можливі теплонадходження в приміщення (наприклад, присутність 1 дорослої людини майже рівноцінно 1 секції чавунного радіатора), при цьому підвищуються вимоги до розподілу тепла в об'ємі приміщення, що можливо тільки при врахуванні взаємодії системи опалення з огорожуючими конструкціями і їхнім температурним режимом.

Найбільш економічні однотрубні системи опалення (див.рис. 1.2 а) доцільні тільки тоді, коли середньогодинна витрата мережної води, що подається на потреби опалення і вентиляції, збігається протягом досить тривалого періоду із середньогодинною витратою води, споживаної для гарячого водопостачання.[4]

Але для більшості районів нашої країни, крім самих південних, розрахункові витрати мережної води, що подається на потреби опалення і вентиляції, виявляються з більшою витратою води, ніж у споживаної для гарячого водопостачання. При такому дисбалансі зазначених витрат невикористану для гарячого водопостачання воду доводиться відправляти в дренаж, що є дуже неекономічним. У зв'язку із цим найбільше поширення в нашій країні одержали двотрубні системи теплопостачання: відкриті (напівзамкнуті) (див.рис.1.2 б) і закриті (замкнуті) (див.рис. 1.2 в).

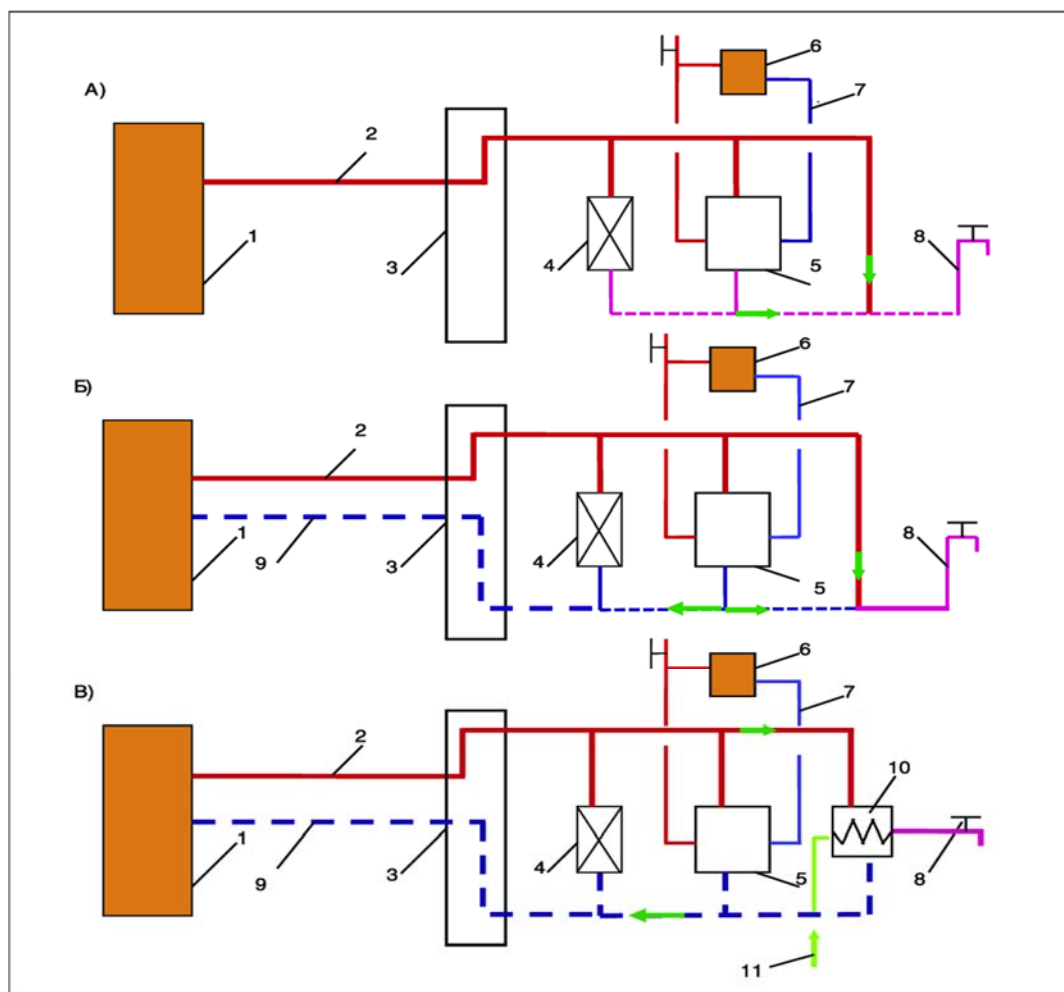


Рисунок 1.2 - Принципові схеми теплопостачання

На рисунку 1.2: А) – однострубна (розімкнута); Б) – двотрубна відкрита; В) – двотрубна закрита; 1 – джерело тепла; 2 – подавальний трубопровід мережі; 3 – абонентський ввід; 4 – калорифер вентиляції; 5 – абонентський теплообмінник; 6 – нагрівальний прилад; 7 – трубопроводи місцевої системи опалення; 8 – місцева система ГВП; 9 – зворотний трубопровід теплової мережі; 10 – теплообмінник гарячого водопостачання; 11 – трубопровід холодної води.

У випадку об'єкту, що розглядається в даній магістерській дисертації, ми маємо справу з двотрубною системою теплопостачання.

Оскільки шляхом централізованого керування на ТЕЦ або в районній котельні неможливо забезпечити необхідний гідравлічний і тепловий режим у численних споживачів теплоти, застосовують проміжні щаблі підтримки теплоти і тиску води - індивідуальні теплові пункти (ІТП). Температура теплоносія після теплового пункту підтримується за допомогою насосів змішання, регульованих засувки або опалювальних водопідігрівачів.

Перепад тиску перед тепловим пунктом, що забезпечує його нормальну роботу, становить 300 - 400 кПа. Додатково може виконуватися групове регулювання і місцеве в окремих приміщеннях.

На ІТП для систем опалення здійснюється регулювання температури води за графіком, регулювання температури води на потреби гарячого водопостачання, місцеве регулювання режиму відпуску води на опалення і регулювання повітрянагрівачів вентиляційних систем. При зміні в процесі регулювання витрати мережної води в об'єкті неминуче змінюються перепади тиску на інших ділянках системи внаслідок гідравлічного розрегулювання, тому на кожному ІТП передбачене регулювання перепаду тиску.

Сучасні теплові пункти складаються з вузла комерційного обліку теплопостачання і вузлів зміни параметрів теплоносія для систем опалення, вентиляції і гарячого водопостачання. Теплові пункти можуть бути індивідуальними тепловими пунктами (ІТП) (для одного будинку) і центральними тепловими пунктами (ЦТП), (що обслуговують кілька будинків, квартал, мікрорайон). Вузол комерційного обліку (див. рис. 1.3) теплопостачання визначає

кількість використаної теплової енергії споживачем, величина якого служить для визначення суми платежів теплопостачальній організації.

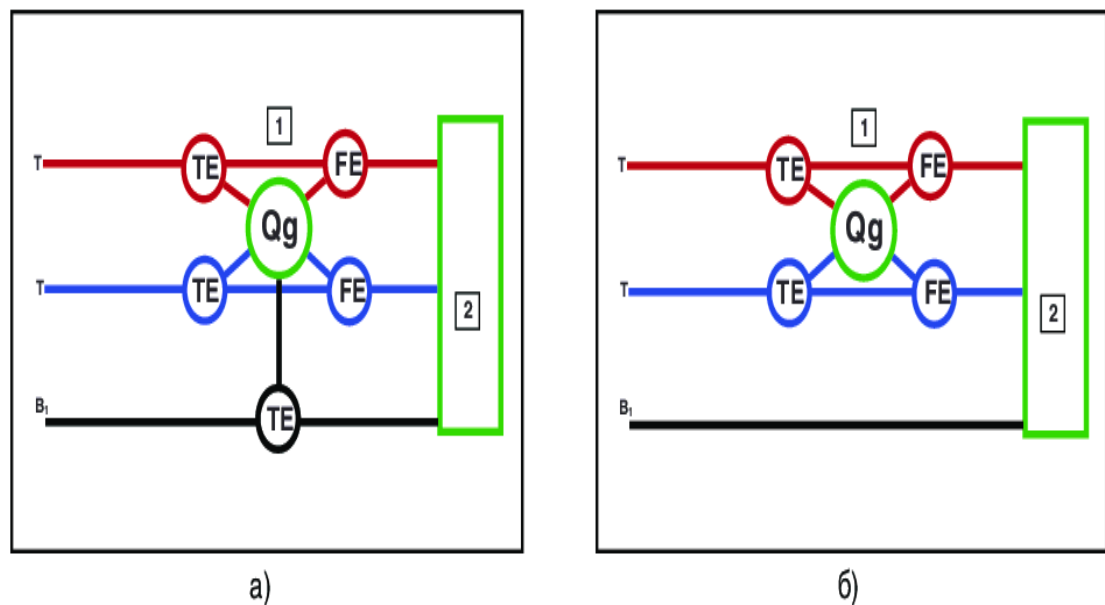


Рисунок 1.3 - Технологічні схеми вузла комерційного обліку теплової енергії.[4]

На рисунку 1.3 показано:

а - для теплових пунктів потужністю 2,5 МВт і більше; б - для теплових пунктів потужністю менше 2,5 МВт. 1 - вузол обліку теплової енергії, 2 - споживачі, B₁ - міський водопровід, FE - витратомір, TE - термометр опору, Q_g - теплотічильник

Двоконтурне опалення - найбільш ефективний і надійний спосіб обігріву житлового приміщення. Його застосовують в будинках з різною кількістю поверхів. Опалення на два контури дозволяє регулювати температуру в окремій кімнаті без зміни температурного режиму в інших приміщеннях. Основна особливість: поділ прямого і зворотного контурів теплового носія. По першому підігріта вода з котла подається в опалювальну систему, по другому - остиглий теплової носій повертається в нагрівальний агрегат (див. рис. 1.4)

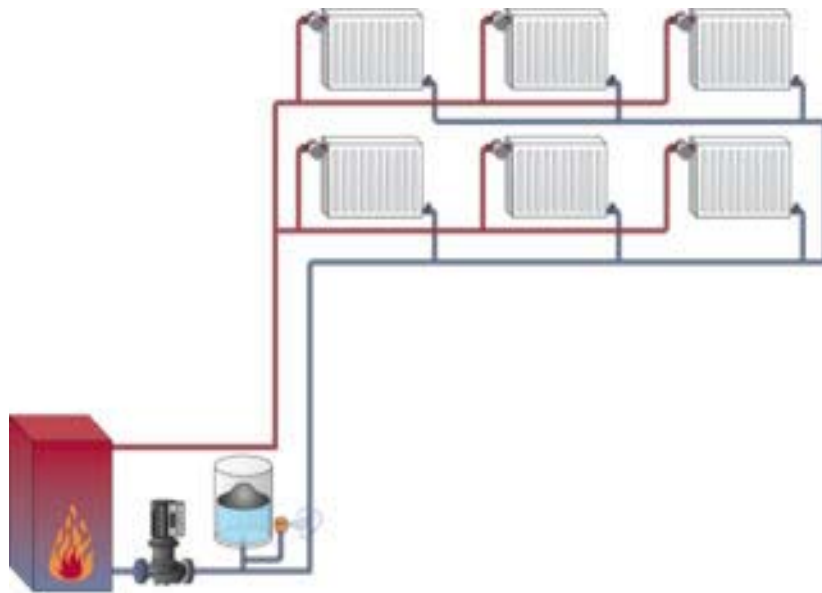


Рисунок 1.4 – Двухконтурна система опалення. Гарячий теплоносії надходить по одній трубі в радіатор, охолоджуючись, переходить в інший контур і повертається до котла

Таке опалення має наступні переваги:

- відсутня втрата теплоносія під час подачі до радіаторів;
- завдяки використанню труб малого діаметру скорочуються фінансові витрати;
- однакова температура подачі рідини до всіх елементів системи;
- високий ККД установки;
- надійність;
- можна встановити регулювання температурного режиму на окрему батарею;
- економія простору в зв'язку з відсутністю громіздких конструкцій, що актуально для невеликих будинків;
- вартість двоконтурного агрегату набагато нижче за загальну ціну опалювального котла і бойлера.

Система водопостачання в досліджуваному об'єкті є двотрубною. Переважне використання в містах двотрубних систем пояснюється тим, що вони дешевші в плані експлуатації, ніж багатотрубні. Ці системи використовуються там, де споживачам необхідна теплота однакового потенціалу, тобто в містах, де все

теплове навантаження (опалення, вентиляція, гаряче водопостачання) може бути забезпечене теплотою низького потенціалу.[5]

В даному типі систем подачі води циркуляція по стояках і магістралях здійснюється з допомогою насоса, забирає воду з зворотної магістралі і подає її у водонагрівач (див. рис. 1.5). Система з одностороннім приєднанням водорозбірних точок до подавального трубопроводу і з установкою рушникосушильників на зворотному трубопроводі являє собою найбільш поширений варіант подібної схеми. Двотрубна схема виявилася надійною в експлуатації і зручною для споживачів, але для неї характерна висока металоємність.[6]

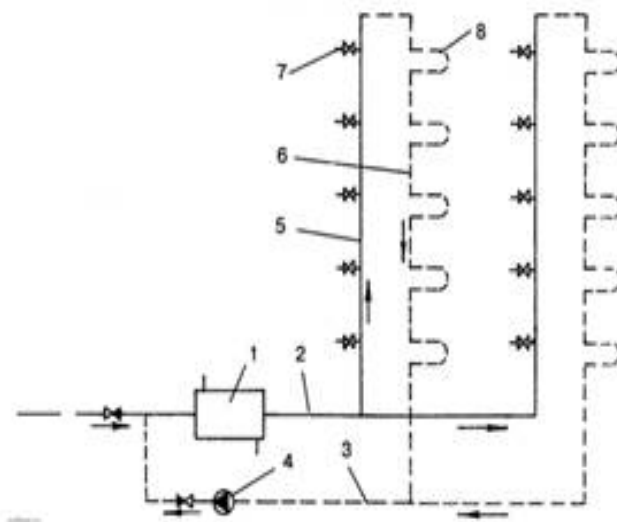


Рисунок 1.5- Двотрубна схема гарячого водопостачання

На рисунку 1.5 показані:

1 — водонагрівач; 2 — подаюча магістраль; 3 — циркуляційна магістраль; 4 — циркуляційний насос; 5 — подаючий стояк; 6 — циркуляційний стояк; 7 — водоразбор; 8 — рушникосушки

Що до вимог системи електропостачання, то в якості освітлювальних приладів рекомендується використовувати люмінесцентні лампи чи світлодіодні лампи зі спектром кольоровипромінювання: білий, тепло-білий, природно-білий; світлодіодними лампами з кольоровою температурою 3500 - 4200К. Питома потужність освітлення для навчальних приміщень, кабінетів інформатики,

навчальних майстерень: люмінесцентного 24–28 Вт/м², світлодіодного 6 Вт/м², для ламп розжарювання 48 Вт/м²; для рекреацій, спортивних та актових залів: люмінесцентного 12–14 Вт/м², світлодіодного 3 Вт/м², для ламп розжарювання 24 Вт/м². Лампи розжарювання слід використовувати тільки в тих приміщеннях, де за технологічними вимогами не припустиме застосування люмінесцентних та світлодіодних ламп. В одному приміщенні слід використовувати лампи одного виду.[3]

1.2 Методика визначення енергетичної ефективності житлової будівлі

Ця Методика встановлює механізм визначення енергетичної ефективності будівель, у тому числі:

- перелік показників енергетичної ефективності будівель; метод визначення енергетичної ефективності будівель;
- особливості визначення енергетичної ефективності будівель, приміщення яких мають різне функціональне призначення;
- проведення розрахунків первинної енергії та викидів парникових газів; визначення класу енергетичної ефективності будівель.

Показниками енергетичної ефективності для будівель є:

- питома енергопотреба на опалення, охолодження, постачання гарячої води;
- питоме енергоспоживання при опаленні;
- питоме енергоспоживання при охолодженні;
- питоме енергоспоживання при постачанні гарячої води;
- питоме енергоспоживання систем вентиляції; питоме енергоспоживання при освітленні;
- питоме енергоспоживання первинної енергії;
- питоме енергоспоживання викидів парникових газів.

Показники енергетичної ефективності будівель визначаються розрахунковим методом.

Вихідні дані для розрахунків показників енергетичної ефективності будівель, вимоги до процедури збору та обробки інформації про фактичні або проектні характеристики огорожувальних конструкцій та інженерних систем визначаються відповідно до вимог Закону України «Про енергетичну ефективність будівель».[7,8]

1.3 Визначення класу енергоефективності житлової будівлі

Енергетична паспортизація будівель передбачає присвоєння дому відповідного класу енергетичної ефективності (табл. 1.1), що надає можливість уніфікації відповідних економічно обґрунтованих заходів з економії енергії в будинках, різних по періоду будівництва, конструктивним і інженерним рішенням, нормам проектування, умовам експлуатації, а також оцінки інвестиційної привабливості будівництва, реконструкції, капітального ремонту (термомодернізації) та експлуатації будівель.

Загальним показником енергоефективності будівлі є її питома річна енергопотреба (EP)

Максимально допустима питома енергопотреба (EP max) визначає кількість теплоти, яку необхідно подати до або видалити з кондиціонованого об'єму для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщенні віднесена до одиниці кондиціонованої площі або об'єму будівлі.

Таблиця 1.1 – Класифікація будинків за енергетичною ефективністю [9]

Класи енергетичної ефективності будинку	Різниця в % розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат від максимально допустимого значення
A	$EP \leq -50\%$
B	$-49\% \leq EP \leq -10\%$
C	$0\% \leq EP \leq -9\%$
D	$1\% \leq EP \leq 25\%$
E	$26\% \leq EP \leq 50\%$
F	$51 \leq EP \leq 76\%$
G	$EP \geq 76\%$

1.4 Порядок розроблення рекомендацій щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності інженерних систем

Рекомендації з підвищення енергетичної ефективності інженерних систем розробляють з урахуванням віку інженерних систем будівлі, їх стану та способу їх експлуатації та обслуговування, технологій, що застосовувались під час встановлення систем у будівлі, порівняння цих технологій з сучасними технологіями та можливості застосування передових технологій:

а) Обсяг та перелік енергозберігаючих заходів визначається на підставі виду енергії, яку використовують інженерні системи будівлі, що є комбінацією всіх доставлених енергоносіїв та відновлюваної енергії, що виробляється на території будівлі.

б) Рекомендації щодо підвищення рівня енергетичної ефективності інженерних систем будівлі мають враховувати місцеві кліматичні умови та бути технічно та економічно обґрунтованими.

в) Рекомендації з енергозбереження мають містити, зокрема, такі заходи:

1) Безвитратні заходи:

- закупівля палива з більш дешевого джерела;
- ощадливе використання наявних ресурсів;
- корекція заданої температури та графіків у системі автоматичного контролю;

- своєчасне вимкнення освітлення, зачинення дверей тощо;

2) низьковитратні заходи:

- навчання персоналу або поліпшення процедур експлуатації та обслуговування;

- контроль і оперативне планування;

- модернізація або доповнення системи автоматичного контролю;

3) високовитратні заходи:

- заміна або капітальна модифікація більшості енергетичних установок та інженерних систем;

- встановлення комплексних систем керування;

- утилізація теплоти;

- впровадження джерел відновлювальної енергії або встановлення когенераційних чи тригенераційних установок.

г) Рекомендації з енергозбереження оформляються з обов'язковим зазначенням таких відомостей:

1) опис наявних проблем, які будуть вирішені після виконання запропонованого заходу;

2) технічні параметри та опис запропонованих заходів (передумови виконання заходів, характеристика нового обладнання/матеріалів, основні та додаткові роботи, що необхідно виконати).

Опис заходів має бути достатнім для оформлення технічного завдання на виконання робіт із цього заходу;

3) пропозиції щодо підвищення ефективності систем:

- заощадження енергії та матеріальних витрат;

- скорочення зайвих операцій;

- підвищення ефективності використання енергії;

- використання більш дешевих енергетичних ресурсів;

4) аналіз ефективності та опис фінансових витрат:

- на проектування та планування;

- на капітальні витрати (матеріали, обладнання та монтаж, тестування та прийняття в експлуатацію, виконавча документація);

- на амортизацію устаткування;

- на технічне обслуговування.

д) Під час оцінки рівня споживання енергії системою кондиціонування повітря оцінюють характеристики системи кондиціонування повітря порівняно з потребами будівлі в опаленні та охолодженні та пропонують заходи для заміни системи кондиціонування повітря, коригування системи кондиціонування повітря або альтернативні рішення.

е) Усі заходи з енергозбереження розглядаються в комплексі та встановлюється їх вплив один на одного.[10]

Звіт з обстеження інженерних систем має титульну сторінку, описову, розрахункову та аналітичну частини.

На титульній сторінці звіту про обстеження зазначаються:

назва та місцезнаходження будівлі, інженерні системи якої обстежуються;

дата (період) проведення обстеження інженерних систем;

прізвище, ім'я, по батькові фахівця з обстеження інженерних систем, відомості кваліфікаційного атестату.

В описовій частині зазначається інформація про будівлю та інженерні системи, що обстежуються:

загальні характеристики будівлі;

характеристики інженерних систем;

детальний опис проведених процедур з обстеження інженерних систем;

фотографії (у разі здійснення відеофіксації під час обстеження - інформацію про можливість доступу до таких матеріалів);

перелік проектної та технічної документації, використаної під час проведення обстеження.

У розрахунковій частині зазначаються числові позначення отриманих даних за результатами проведених процедур обстеження, порядок проведення їх розрахунків.

В аналітичній частині зазначають інформацію про рівень енергетичної ефективності інженерних систем, його відповідність встановленим вимогам та описують рекомендації з підвищення енергетичної ефективності інженерних систем. Зведену таблицю запропонованих рекомендацій щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності інженерних систем виносять у кінець звіту та оформлюють у вигляді загального резюме (висновків) обстеження.

Якщо на вимогу замовника здійснювалось обстеження лише певного виду інженерних систем, у звіті оформляється описова, розрахункова та аналітична частини лише щодо таких систем.[10]

1.5 Фінансування заходів з енергозбереження

Ефективність енергозбереження в умовах ринкової економіки визначається передусім для замовника, який фінансуватиме заходи і експлуатуватиме об'єкт.

Джерелами фінансування заходів щодо раціонального використання і економії паливно-енергетичних ресурсів є фонд енергозбереження, власні та позикові кошти підприємств, установ і організацій, державний бюджет України, місцеві бюджети, об'єднання співвласників багатоквартирних будинків та інші джерела.

Обираючи оптимальний варіант підвищення енергоефективності житлових будівель, потрібно урахувати величину капітальних вкладень, надійність, режими обслуговування і роботи обладнання. Всі ці складові враховуються в мінімальних зведених витратах. Оптимальний варіант підвищення енергоефективності житлових будівель потрібно обирати з урахуванням величини мінімальних зведених капітальних витрат та щорічних експлуатаційних витрат. Для підвищення енергоефективності житлового будівництва слід застосовувати такі економічні інструменти як надання субсидій, дотацій, податкових і кредитних

пільг для стимулювання розробки та впровадження енергозберігаючих технологій.[7]

а) До розрахунку інвестиційних витрат для системи опалення приміщень включаються: обладнання для забезпечення тепловіддачі (радіатори; вбудовані системи (тепловіддача через підлогу, через стіни), електричні випромінювачі (радіатори, конвектори та випромінювачі зберігання зі своєю системою регулювання)); обладнання для розподілу (тепловий пункт, насос(и) та балансувальні вентилі; електромонтаж для регуляторів; електромонтаж для електрогенераторів); устаткування генерації (котел або тепловий насос, або тепловий пункт з регулюванням та теплообмінником; сонячні колектори (комбіноване виробництво тепла та електроенергії, паливні батареї, бак-накопичувач)); обладнання для регулювання (враховуються функції та продукти, необхідні для ефективного регулювання теплопостачання); додаткові елементи обладнання;

б) До розрахунку інвестиційних витрат для системи гарячого водопостачання включаються: обладнання щодо генерації (котел, тепловий насос, теплообмінник, електричний ємнісний водопідігрівач тощо); зберігання (допоміжний тепловий акумулятор); розподілу (трубопроводи, змішувальна арматура, термостатичний клапан тощо); регулювання (термостатичний клапан, змішувальна арматура, датчики температури); додаткові елементи обладнання;

в) До розрахунку інвестиційних витрат для системи вентиляції включаються: обладнання для розподілу та подачі повітря (вентиляційні канали, вентилятори), регулювання та очищення (фільтри); додаткові елементи обладнання;

г) До розрахунку інвестиційних витрат для системи охолодження включаються: обладнання генерації (щодо теплопостачання або конкретного охолоджувача), зберігання (у разі потреби), розподілу (трубопроводи, балансувальні клапани), тепловіддачі та регулювання; додаткові елементи обладнання;

д) До розрахунку інвестиційних витрат для системи освітлення включаються: вид освітлення; відповідна система регулювання. Для покращення природного освітлення приміщень розглядають захист від сонця та закриття отворів; додаткові елементи обладнання;

е) До розрахунку інвестиційних витрат для приєднання до енергопостачання включаються: ціна приєднання до енергетичної мережі; спеціальний захист на електроштиті; наявність резервуару для зберігання рідкого палива, газу або біомаси; додаткові елементи обладнання.[11]

Фінансовий та економічний аналіз ефективності інвестицій на основі науково обґрунтованої та адаптованої до умов України методики використовує методичний підхід визначення терміну окупності, який також має досить суттєві недоліки. Зокрема, для замовника, який фактично інвестує в енергозберігаючі заходи, насправді важливий не лише термін окупності, але і фінансова ефективність його інвестиційного проекту в деякому часовому горизонті, що робить доцільним розрахунки показників NPV, IRR та інших, що передбачено низкою інших методик. Оцінка економічної ефективності проводиться у три етапи:

1. Проведення енергоаудиту, порівняння і вибір найкращого варіанту енергозберігаючих заходів на основі наближених показників.

2. Фінансова оцінка інвестицій з використанням дисконтування і капіталізації (нарощування) доходів протягом терміну експлуатації конструкцій. Результатом аналізу є значення показників, які характеризують обраний варіант за показниками: простий термін окупності; термін окупності з врахуванням дисконтування; термін окупності з врахуванням нарощування; розмір інвестицій (вартість енергозберігаючих заходів); чистий дохід; чистий дисконтований дохід; чистий нарощений дохід; індекс прибутковості дисконтований; індекс прибутковості нарощений.

3. Порівняння інвестицій в енергозберігаючі заходи з альтернативними варіантами щодо використання коштів інвестора. В даному розумінні фінансовий аналіз повинен показати ефект для суб'єкта господарювання, який здійснив енергозберігаючі заходи на стадії експлуатації, а економічний аналіз інвестицій

повинен дати відповідь на питання, що від цього отримує економіка країни, чому і на яких умовах держава бере участь в інвестуванні цих заходів.

Висновок до першого розділу

В даному розділі було визначено склад інженерних систем будинку, надано узагальнений опис кожної з них за рахунок аналізу існуючих інженерних систем житлово-комунального комплексу, що призвело до необхідності опрацювання методики з підвищення рівня енергоефективності житлової будівлі. Дана методика визначає основні показники енергоефективності, клас енергоефективності, рекомендації по енергозбереженню. Було запропоновано основні джерела фінансування проектів з енергозбереження задля раціонального використання енергетичних ресурсів за рахунок визначення капітальних вкладень, режимів обслуговування і роботи обладнання.

2 ОБСТЕЖЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ

2.1 Загальний опис методики обстеження

Обстеження систем опалення будівлі

Під час обстеження системи опалення визначаються такі основні дані:

1) Загальна інформація про системи опалення: тип джерела теплопостачання, рік прийняття в експлуатацію внутрішньобудинкової системи опалення, опалювана площа, опалюваний об'єм, теплове навантаження системи опалення, середня температура теплоносія [$^{\circ}\text{C}$], середня температура в опалюваних і неопалюваних об'ємах, тривалість опалювального періоду (кількість годин роботи за місяць) за останні 3 роки, обсяг споживання енергії під час опалення, вимірюваний засобами вимірювальної техніки, наявність індивідуального теплового пункту та його характеристики, інформація щодо встановлених приладів обліку енергоресурсів;

2) Інформація про опалювальні прилади (підсистеми тепловіддачі):

- вид системи тепловіддачі (гідравлічна, електрична, повітряна), тип опалювальних приладів, кількість за типами, наявність автоматичних регуляторів температури повітря на опалювальних приладах (спосіб регулювання температури в приміщеннях), наявність балансувальної арматури на стояках, температурний напір, місцезнаходження, загальна потужність опалювальних приладів, стан експлуатації;

3) Інформація про підсистеми розподілення:

- довжина та діаметр трубопроводів, матеріал трубопроводу, наявність ізоляції трубопроводу, матеріал ізоляції, наявність балансувальних кранів та термостатів, кількість секцій, довжина та діаметр трубопроводів, для водяних систем опалення зазначається тип системи опалення (однотрубна, двотрубна, інший); тип розведення трубопроводів (горизонтальний, вертикальний та інший), розташування циркуляційного трубопроводу, для вертикальних систем опалення додатково визначається тип розведення системи опалення по будівлі (верхнє, нижнє, змішане);

Обстеження систем гарячого водопостачання

Під час обстеження системи гарячого водопостачання визначаються такі основні дані:

- загальна інформація щодо системи гарячого водопостачання: тип, стан, вид енергоносія;
- інформація щодо характеристик теплообмінника: тип, назва, термін експлуатації, потужність, температура гарячої води;
- інформація щодо характеристик автоматичного регулятора температури: наявність, стан, тип, назва, принцип автоматичного регулювання;
- інформація щодо систем розподілення: максимальна подача (витрата), потужність та коефіцієнт корисної дії системи гарячого водопостачання; матеріал труб, наявність теплоізоляції, матеріал теплоізоляції, наявність рециркуляційного насосу, наявність обладнання автоматизації рециркуляційного насосу, втрати тепла;
- інформація щодо підсистеми розподілення гарячого водопостачання: характеристики індивідуального розподільчого трубопроводу, характеристики циркуляційного контуру (за наявності).

Обстеження систем вентиляції, охолодження та кондиціонування повітря

Під час обстеження встановлених у будівлях систем вентиляції та кондиціонування повітря для охолодження та/або обігріву приміщень визначається така загальна інформація:

- відповідність системи вентиляції та кондиціонування повітря проектній та технічній документації, фактичні вимоги до зазначених систем та наявний стан будівлі;
- відповідність стану функціонування системи вимогам, визначеним проектною та технічною документацією;
- працездатність і налаштування регулювальних пристроїв;
- працездатність і стан з'єднань різних елементів системи кондиціонування повітря;

- стан системи природної вентиляції;
- питома вентиляційна потужність.

Обстеження систем освітлення будівлі

За результатами обстеження систем освітлення будівлі визначаються такі дані:

- тип системи освітлення та розряди зорових робіт: тип та кількість освітлювальних приладів, їх потужність, стан та режим використання;
- питома потужність з розрахунку на 1 м² площі;
- стан приборів освітлення;
- наявність засобів автоматичного управління системою освітлення.

2.2 Опис загального стану будівлі

Розглядається будинок за адресою вул. Авіаконструктора Антонова 2Б (див. рис. 2.1.(а,б)). Це перший будинок ЖК «Sherwood», збудований наприкінці 2016 році, прийнятий в експлуатацію в листопаді 2017-го року. Данний тип будинку не є новинкою, але має декілька важливих особливостей, що відрізняють його з-поміж інших. Відносно проста форма будівлі обіграна незвичайним фасадом - комбінацією навісної вентиляційної системи і панорамного скління. Фасад будинку “обіграний” декоративними накладками.



а)



б)

Рисунок 2.1 – Зображення фасаду будинку

ЖК «Sherwood» позиціонує як комплекс бізнес-класу. Він представляє собою 24-поверховий будинок, побудований за монолітно-каркасною технологією. При склінні фасаду використані вітражна алюмінієва система ALUTECH і енергозберігаючі склопакети GUARDIAN (США).[12]

«Глуха» частина фасаду викладена з газобетону і закривається навісною вентиляційною системою (утеплювач мінеральна вата, зовнішня частина - керамогранітні плити).

Територія комплексу закрита для сторонніх, на ній, крім власне будинку, розміщуються дитячі та спортивні майданчики, зроблений ландшафтний дизайн. Охорону забезпечує цілодобове відеоспостереження. У комплексі, крім квартир, передбачений трирівневий паркінг на 150 машиномісць та нежитлові приміщення (планується, що в них розмістяться торгові або комерційні заклади, а не офіси).

Інженерні комунікації (електрика, водопостачання і каналізація) підключені до міських мереж, але опалення і гаряча вода в комплексі автономні, що подаються в квартири з власної котельні (див. рис. 2.2 (а,б,в)).

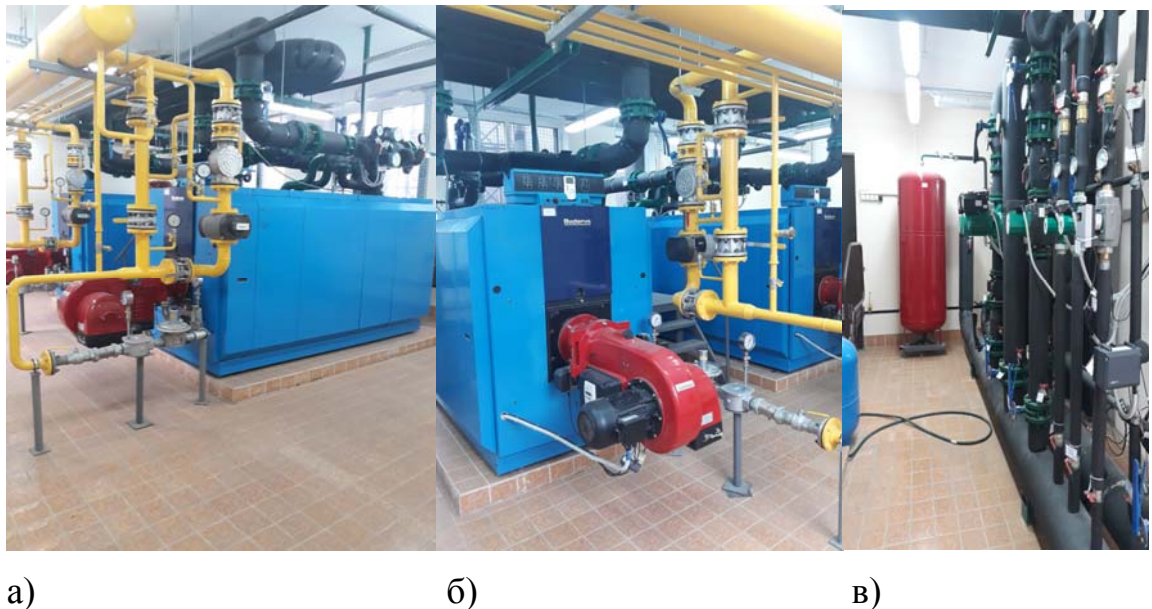


Рисунок 2.2 (а,б,в) – Зображення газової котельні будинку

В будинку представлена двухконтурна система опалення і трьохконтурна система гарячого водопостачання, як показано на схемі (див. рис. 2.3)

У комплексі 264 квартири - по 12 на поверсі. Незважаючи на досить велику кількість квартир, розвозять мешканців по поверхах всього 3 ліфти. Причому один з них спускається навіть в підземний паркінг.

Планування будинку показано на рисунках 2.4 та 2.5.

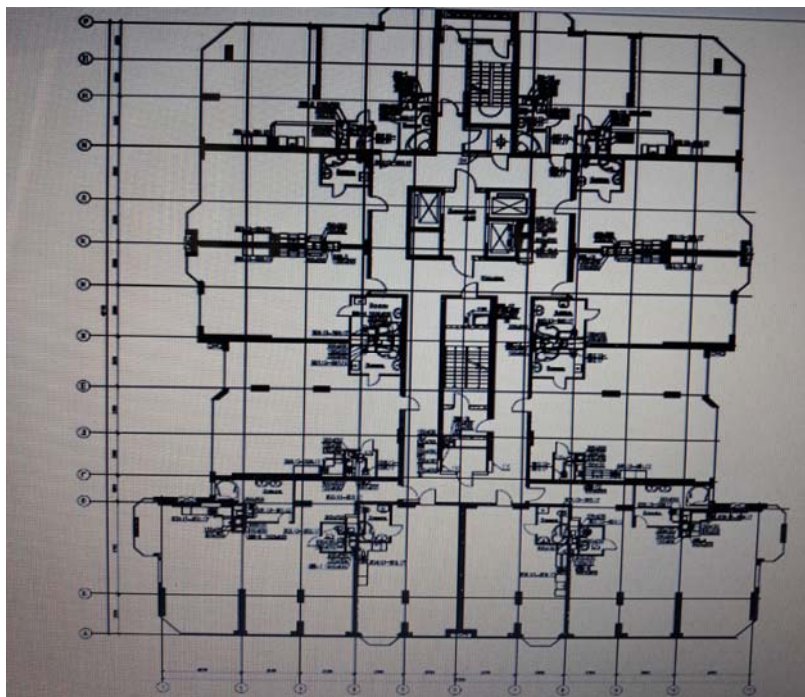


Рисунок 2.4 - Схематичне зображення моделі 3-го поверху будинку ЖК «Sherwood»



Рисунок 2.5 - Схематичне зображення моделі 1-го поверху будинку ЖК «Sherwood»

Одразу слід прийняти до уваги той факт, що квартири розміщені на різній відстані від каналів постачання тепла, деякі з них на відстані 3-4-х метрів, інші ж 15-20 метрів. Прокладка труб йде в підлозі, відповідно, деякі з них можуть бути не в найкращому стані, що обумовлює певні ризики в плані втрати необхідних температурних показників при потраплянні в квартири.

Квартири в ЖК «Шервуд» 1-, 2- і 3-кімнатні. Площа однокімнатних - 57-65 кв.м, двокімнатних - 97 кв.м, трикімнатних - 108-120 кв.м. Правда, кількість кімнат в квартирах - досить умовна величина, так як квартири передаються інвесторам з вільним плануванням (тобто, без внутрішніх перегородок).

Зате на підлозі виготовлена чистова стяжка з гідро- і звукоізоляцією. Також в квартири заведені вода і електрика, змонтована система опалення та встановлені лічильники води, електрики і тепла.

Повну характеристику будинку наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Характеристика житлового комплексу

Клас	Бізнес
Будинків	1
Поверховість	24
Технологія будівництва	Монолітно-каркасна
Стіни	Газобетон
Утеплення	Мінеральна вата, керамограніт
Опалення	Автономне
Висота стель	3 м
Кількість квартир	288
Паркінг	Підземний(трирівневий, 150паркомісць)

В будинку представлена система структурного скління, майже вся площа, включаючи двері та дах перетворює фасад в повний моноліт скла. ГК «АЛЮТЕХ» пропонує фасадні системи для різного типу конструкцій. Даний фасад представлений системою ALT F50. В таблиці 2.2 наведено основні параметри склопакету.[12]

Таблиця 2.2 – Основні параметри скління фасаду

Внутрішня видима ширина	50 мм
Зовнішня видима ширина	50 мм
Глибина стійок та ригелів	12-270 мм
Товщина заповнення	Від 4 до 62 мм
Маса	700 кг
Спосіб кріплення	Пофіль прижимної планки і декоративної кришки

В таблиці 2.3 наведено інформацію про параметри фасаду з двухкамерними склопакетами, як в нашому випадку.

Таблиця 2.3 – Параметри двухкамерного склопакету

Звукоізоляція	Не менше 31 дБА
Повітропроникність	Клас А по ГОСТу 26602. 2-99
Водопроникність	Клас А по ГОСТу 26602. 2-99

Головною особливістю даного скління є високий рівень термоізоляції. Для отримання необхідної теплофізичних і звуку ізоляційних властивостей огорожувальної конструкції в серії ALT F50 використовується набір вставок термоізоляторів з твердого ударостійкого полівінілхлориду з високими

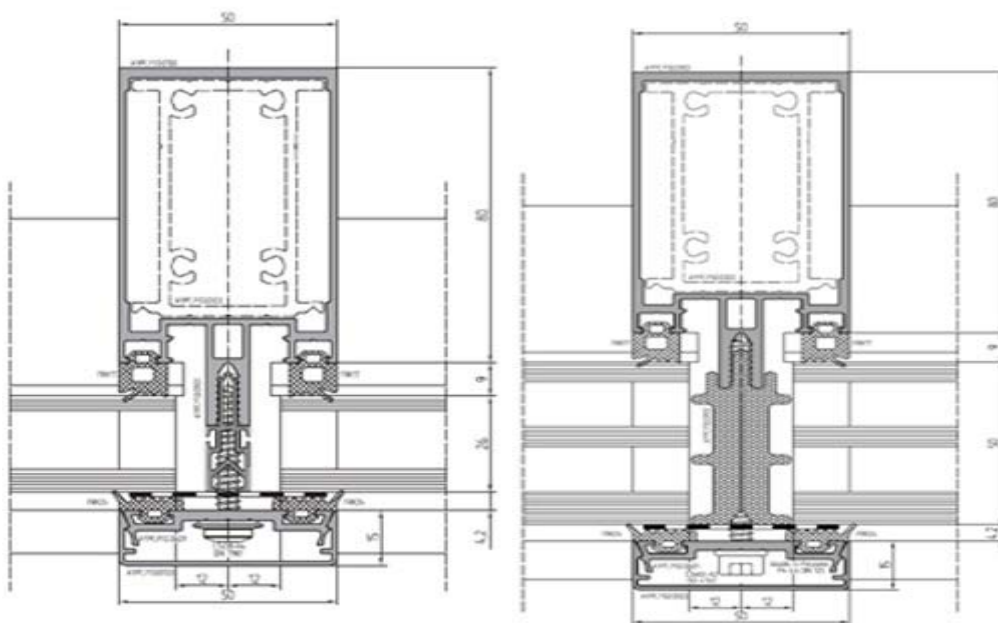
теплоізоляційними параметрами, набір ущільнювальних прокладок та ущільненого фальца склопакету. Завдяки даним складовим маємо необхідний стан речей,- показники занесено в таблицю 2.4

Таблиця 2.4 – Коефіцієнт теплопередачі

Заповнення- 26 мм, термовставка – PVC-U-HI	Коефіцієнт теплопередачі $U_f=2,4$ W/m ² k, приведений опір $R_{пр}= 0,42$ м ² °C/Вт
Заповнення- 56 мм, ущільнюючий фальцем- АУРС.F50.0913	Коефіцієнт теплопередачі $U_f=0,65$ W/m ² k, приведений опір $R_{пр}= 1,53$ м ² °C/Вт

На рисунку 2.6(а,б) показано:

а) Заповнення 26 мм; б) Заповнення 56 мм;



а) U_f до 1,46 Вт/(м²·°К)

б) U_f до 0,6 Вт/(м²·°К)

Рисунок 2.6 – структурна схема скління фасаду

Оскільки будинок був введений в експлуатацію наприкінці 2017-го року, відповідне дослідження стану будинку та його систем проводитиметься за період 2018-го та 2019-го років.

2.3 Аналіз існуючих інженерних систем та річного споживання енергетичних ресурсів будівлі

Будинок був введений в експлуатацію наприкінці 2017 року. Використовуючи дані по споживанню електричної енергії за 2 останні роки, а саме 2018, 2019-го складаємо таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Річне споживання електричної енергії

№	Місяць	2018		2019	
		кВт·год	Грн.	кВт·год	Грн.
1	Січень	94590	135529	133100	223608
2	Лютий	104852	147285	146690	246439
3	Березень	101388	170332	119460	200693
4	Квітень	79913	134253	120150	201852
5	Травень	59295	99616	94412	163651
6	Червень	63020	103874	106706	179267
7	Липень	57090	95911	80598	135405
8	Серпень	76074	127805	96834	162681
9	Вересень	69009	115935	74358	5766
10	Жовтень	110647	185887	126403	19778
11	Листопад	138410	235529	121896	18554
12	Грудень	137170	230446	141705	19920

Σ	Всього	1091458	1182402	1362312	1477320
----------	--------	---------	---------	---------	---------

Для наглядності представимо споживання електричної енергії у вигляді діаграми (див.рис. 2.7).

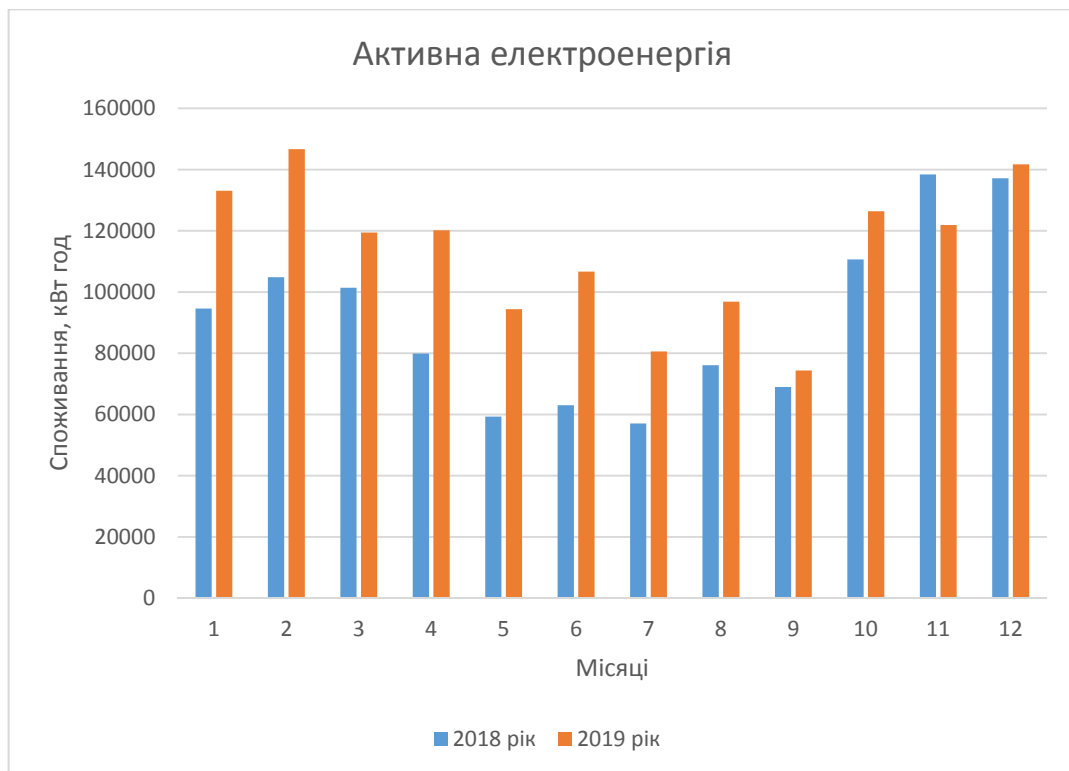


Рисунок 2.7 – Графік споживання електричної енергії

Споживання електричної енергії нерівномірне протягом року, що можна простежити з рисунка 2.3. Це обумовлено тим, що в зимній період день триває менше, ніж влітку, тому освітлення використовується частіше. В літній та весняний періоди споживання менше, іноді порядком вдвічі, ніж в інші місяці. Також можна простежити ріст споживання за 2019 рік порівняно з 2018-м, оскільки жителів стало більше, відповідно, побутової техніки теж, що і стало причиною останнього.

В таблиці 2.6 наведено приклад збору даних та розрахунок використаної електричної енергії за грудень 2018 року.

Таблиця 2.6 – Розрахунок спожитої електричної енергії за грудень 2018р.

Об'єкт	Адреса	№ ліч.	Тип ліч.	номер згідно о/р	Показники приладів обліку		різниця	Коеф. Обліку	Спожито, кВтг.
					Були	Стали			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
квартири 2-7 пов.	Авіаконструктора Антонова 2-Б	7852680	NIK2 303L	1	1750	1934	184	80	14720
квартири 8-13 пов.	Авіаконструктора Антонова 2-Б	7852701	NIK2 303L	2	1846	2027	181	80	14480
квартири 14-19 пов.	Авіаконструктора Антонова 2-Б	7852698	NIK2 303L	3	2477	2718	241	60	14460
квартири 20-24 пов.	Авіаконструктора Антонова 2-Б	7852696	NIK2 303L	4	1426	1641	215	60	12900
квартири 2-7 пов.	Авіаконструктора Антонова 2-Б	7852683	NIK2 303L	5	1338	1526	188	80	15040
квартири 8-13 пов.	Авіаконструктора Антонова 2-Б	7852699	NIK2 303L	6	1932	2057	125	80	10000
квартири 14-19 пов.	Авіаконструктора Антонова 2-Б	7852692	NIK2 303L	7	2085	2254	169	60	10140
квартири 20-24 пов.	Авіаконструктора Антонова 2-Б	7852697	NIK2 303L	8	1386	1572	186	60	11160

Продовження таблиці 2.6

насосная , котельня, робоче освітлення	Авіаконструктор Антонова 2-Б	8049460	NIK2 303L	9	6115	6203	88	30	2640
насосная , котельня, робоче освітлення	Авіаконструктор Антонова 2-Б	8049502	NIK2 303L	10	2613	2958	345	30	10350
(протипожежні пристрої).	Авіаконструктор Антонова 2-Б	8049464	NIK2 303L	11	9,36	9,36	0	40	0
(протипожежні пристрої).	Авіаконструктор Антонова 2-Б	8049501	NIK2 303L	12	4760	4962	202,00	40	8080
Вбудовані приміщення оф. 270.	Авіаконструктор Антонова 2-Б	7852688	NIK2 303L	13	1236	1401	165	80	13200
ВРП-7 вв.1.			APK 1T	реактив.	12,9	12,9	0	80	0
Вбудовані приміщення оф. 267, 268, 269.	Авіаконструктор Антонова 2-Б	8049462	NIK2 303L	14	81,2	163	81,8	60	4908
ВРП-7 вв.2.			APK 1T	реактив.	2,29	2,29	0	60	0
Паркінг	Авіаконструктор Антонова 2-Б	7852687	NIK2 303L	15	1871	2011	140	60	8400
Паркінг	Авіаконструктор Антонова 2-Б	8049458	NIK2 303L	16	532	532	0	60	0
		Усього (кВтг) 137170							

Розрахунок спожитої електроенергії будинком проводимо по тарифу 1,68 грн/кВт год.

Аналогічно заносимо в таблицю 2.7 розрахунок спожитих газу та тепла за 2018,2019 роки.

Таблиця 2.7 – Споживання газу в будинку за 2018,2019р.

№	Місяць	2018		2019	
		Куб.м	Грн..	Куб.м	Грн..
1	Січень	45308	276386	47309	354000
2	Лютий	44413	272456	43392	272116
3	Березень	46076	287632	25793	193203
4	Квітень	8095	48101	8098	59593
5	Травень	2270	17306	4799	35376
6	Червень	2005	9507	3501	21204
7	Липень	2006	9516	3206	18641
8	Серпень	2010	9537	1951	11135
9	Вересень	2039	9719	2936	6750
10	Жовтень	1280	1660	4280	31819
11	Листопад	34092	255364	40036	263400
12	Грудень	42969	321520	47728	329460
Σ	Всього	1091458	1797402	1362312	2167320

Розрахунок витрачених коштів проводився згідно тарифів на газ для населення, ком. побуту, бюджетних та релігійних організацій.

Надану в таблиці 2.7 інформацію можна показати у вигляді діаграми (див. рис. 2.8)

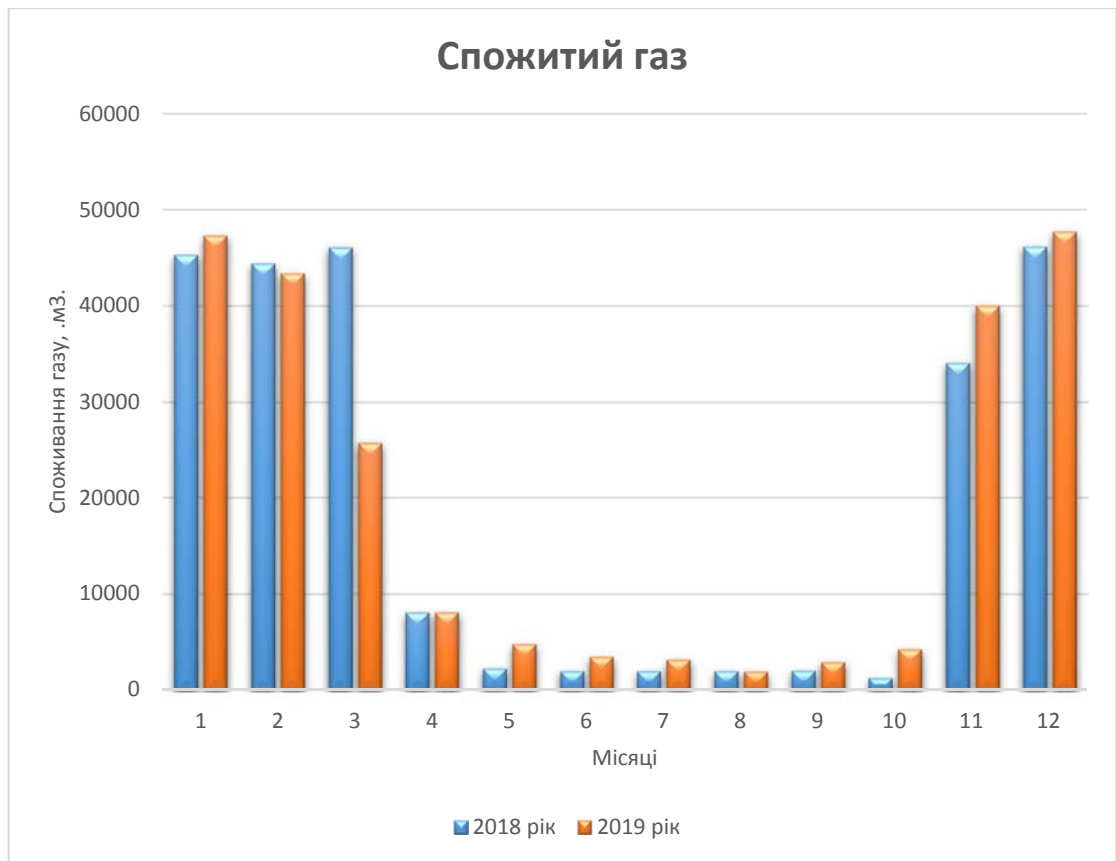


Рисунок 2.8 – Діаграма споживання газу в будинку за 2018, 2019 роки

З наведеної діаграми видно, а точніше чітко простежується споживання газу у значних масштабах в зимовий період, пізньою весною та влітку споживання мале і майже не помітне на фоні осіннього та зимового.

Приклад розрахунку отриманих нами даних приведемо в таблицях 2.8 та 2.9.

Таблиця 2.8 покаже конкретику в розрахунках витрати опалення та ГВП будинком за грудень 2018 року, згідно с отриманими показниками газової котельні, що беруться за основу. Далі розрахунок ведеться по тарифам.

Таблиця 2.8 - Довідка про розподіл витрат тепла та газу

по житловому будинку 2-Б вул. Авіаконструктора Антонова ОСББ ШЕРВУД

за період з 1-го грудня 2018 р. по 31 грудня 2018 р.

Будин ок	Кількість витрачено го газу, м3	Показники лічильників тепла, Гкал		Заг. витрата тепла по буд., Гкал	Пито ма норма вitra ти газу	Витрачені Гкал (житло)		Кількість газу (житло)		Процентне співвідношення витрат тепла, %		Розрахункові витрати газу по споживачам, м3	
		населен ня	інші спожива чі			ГВП	Оп-я	ГВП	Опаленн я	насел ення	інші спожива чі	населен ня	інші споживачі
2-Б	46158	254,516	18,89	273,40	198,8	12,4	242,12	2093,44	40875,44	93,09	6,91	42969	3189
всього	46158	254,516	18,89	273,40		12,4	242,12	2093,44	40875,49	93,09	6,91	42969	3189

Таблиця 2.9 – Розрахунок витрачених коштів з урахуванням існуючих тарифів для населення

Найменування	Обсяг, тис.куб. м	Ціна газу за 1000 куб. м, грн., без ПДВ	Вартість газу, грн
Природний газ	42,969	6 235,51	267 933,63
крім того ПДВ 20			53 586,73

Разом	321 520,36
--------------	-------------------

Згідно отриманих даних виокремимо споживання гарячої води та опалення в Гкал та занесемо в окремі таблиці 2.10 та 2.11 , щоб простежити характеристику витрати цих ресурсів. Споживання холодної води занесемо в таблицю 2.12.

Таблиця 2.10 – Споживання гарячої води в будинку за 2018,2019 роки

№	Місяць	2018		2019	
		Куб.м	Грн..	Куб.м	Грн..
1	Січень	261	4723,31	265	4846,32
2	Лютий	192	2741,46	194	2816,35
3	Березень	182	2546,13	196	2993,7
4	Квітень	169	2126,96	306	6235,06
5	Травень	156	2091,53	306	6235,06
6	Червень	208	2789,55	309	6296,18
7	Липень	112	1529,43	243	4951,37
8	Серпень	116	1794,68	258	5257,06
9	Вересень	178	2312,6	201	2746,52
10	Жовтень	204	2994,42	210	3069,12
11	Листопад	249	2876,5	314	3334,1
12	Грудень	270	3108,96	302	3174,5
Σ	Всього	2297	31635,53	3104	46698,28

Таблиця 2.11- Споживання енергії на опалення будинку за 2018,2019 роки

№	Місяць	2018	2018	2019	2019
		Гкал.	Грн.	Гкал.	Грн.
1	Січень	304,22	412151,17	308,04	509624,5
2	Лютий	317,07	429560,09	279,63	462622,7
3	Березень	151,33	205018,86	138,41	228986,9
4	Квітень	94,221	127648,73	57,27	94748,06
5	Травень	0	0	0	0
6	Червень	0	0	0	0
7	Липень	0	0	0	0
8	Серпень	0	0	0	0
9	Вересень	0	0	0	0
10	Жовтень	0	0	0	0
11	Листопад	142,15	192581,98	145,16	240154,2
12	Грудень	242,12	328019,33	216,98	358973,9
Σ	Всього	1251,111	1694980,2	1145,49	1895110

Враховуючи дані з таблиці 2.11 можна простежити високе споживання тепла в зимній період, включення опалення в будинку ввідбувається на початку листопада, завершується в середині квітня місяця

Таблиця 2.12 – споживання холодної води в будинку за 2018,2019-й роки

№	Місяць	2018		2019	
		Куб.м	Грн..	Куб.м	Грн..
1	Січень	1607	32401,59	1576	28821,89
2	Лютий	1171	24145,22	1315	24695,72
3	Березень	1413	22899,46	1212	24048,71
4	Квітень	1356	21784,66	1406	29001,89
5	Травень	1202	19322,2	1534	31645,39
6	Червень	1001	15189,16	1604	32683,1
7	Липень	983	14375,39	1605	32703,48
8	Серпень	1231	19425,18	1361	27731,36
9	Вересень	1459	23023,92	1389	22414,39
10	Жовтень	1272	20072,16	1412	29081,46
11	Листопад	1280	23408,64	1501	30996,2
12	Грудень	1596	31784,5	1603	32665,3
Σ	Всього	15571	267832,08	17518	346488,89

Продемонструємо дані з таблиць у виді діаграмм (див. рис.2.9,2.10, та 2.11)

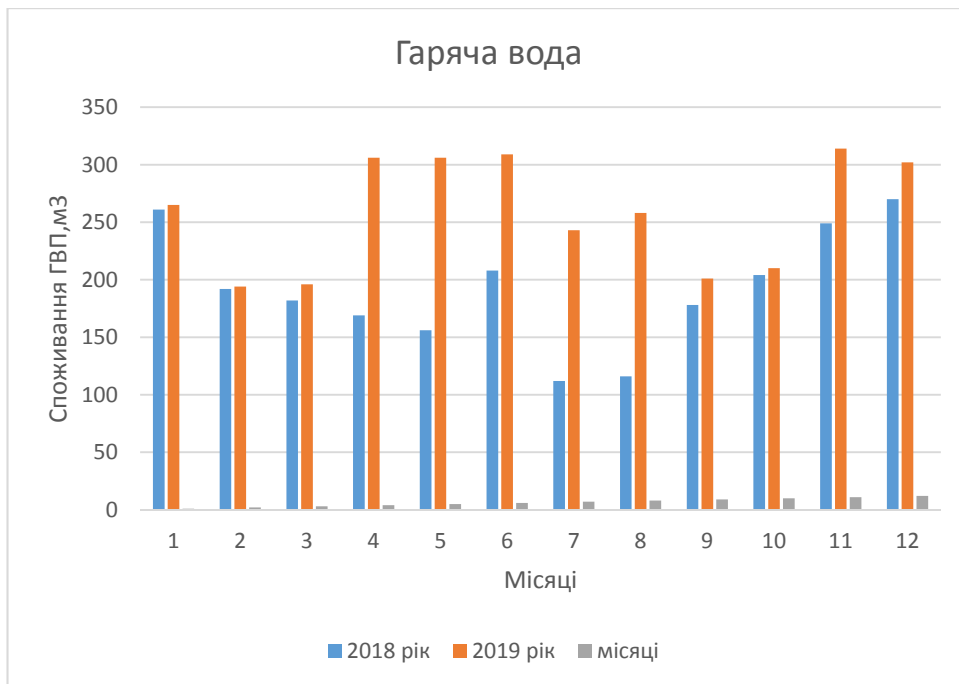


Рисунок 2.9 – Діаграма споживання ГВП будинком

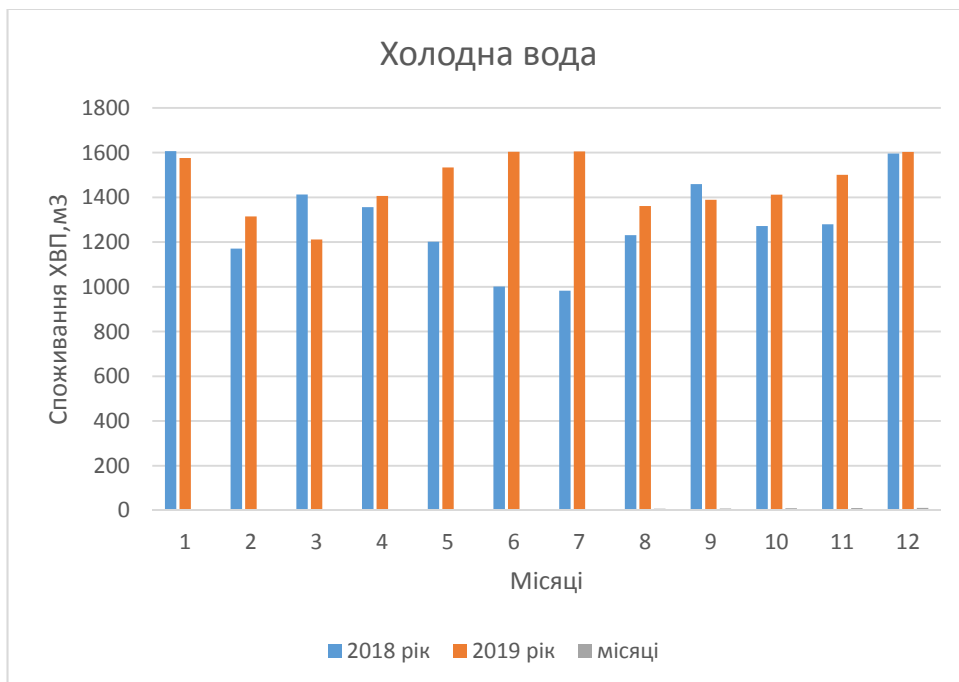


Рисунок 2.10 – Діаграма споживання ХВП будинком

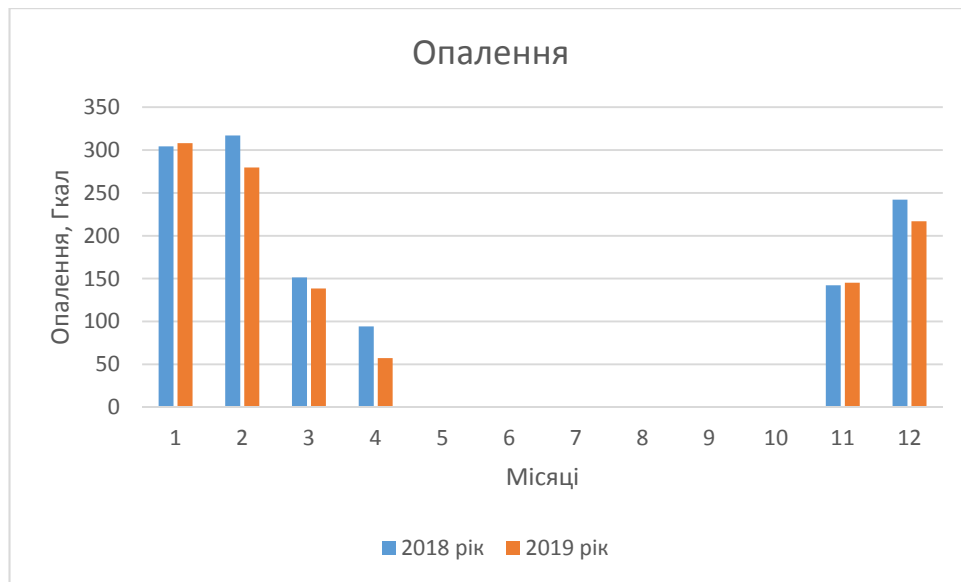


Рисунок 2.11 – Діаграма споживання опалення будинком

На останній діаграмі чітко простежується велике споживання в зимовий період, що цілком логічно. Споживання теплав 2018-му році дещо більше, ніж в 2019-му, оскільки була проведена модернізація обладнання на котельні.

2.4 Баланс енерговикористання з точки зору перевірки інженерної складової

2.4.1 Загальна структура енергетичних витрат

Структура витрат наведені в табл. 2.12, 2.13 та рис. 2.12, 2.13, подальші розрахунки проводимо згідно [13], отож маємо:

Таблиця 2.12 – Структура оплати енергоносіїв будинку в 2018-му році

Назва теплоносія	Витрати (грн.)	Витрати (%)
Холодна вода	267832	8
Теплова енергія	1797402	55
Електрична енергія	1182402	37

Таблиця 2.13 – Структура оплати енергоносіїв будинку в 2019-му році

Назва теплоносія	Витрати (грн.)	Витрати (%)
Холодна вода	346488	9
Теплова енергія	2167320	54
Електрична енергія	1477320	37

Згідно наведених таблиць проілюструємо характеристику (у %) споживання кожного ресурсу.



Рисунок. 2.12 – Діаграма структура оплати енергоносіїв за 2018 рік



Рисунок. 2.13 – Діаграма структура оплати енергоносіїв за 2019 рік

2.4.2 Складання теплового балансу

Спочатку знайдемо теплонадходження до приміщення. Теплові надходження $Q_{НАД}$ в приміщення залежать від його призначення [14], місця розташування, кількості людей та сумарної потужності працюючого обладнання і визначаються за формулою 2.1:

$$Q_{НАД} = Q_{Л} + Q_{ЕЛ} + Q_{ОСВ} + Q_{ТО} + Q_{СЛ} + Q_{П}, \quad (2.1)$$

де $Q_{НАД}$ – теплові надходження, кВт; $Q_{Л}$ – теплонадходження від людей, кВт; $Q_{ЕЛ}$ – теплонадходження від електроустаткування і приладів, кВт; $Q_{ОСВ}$ – від освітлювальних приладів, кВт; $Q_{ТО}$ – від гарячих поверхонь теплообмінних апаратів та трубопроводів, кВт; $Q_{СЛ}$ – від сонячної радіації крізь скління, $Q_{П}$ – від сонячної радіації крізь плоскі покрівлі, кВт;

2.4.2.1 Теплонадходження від людей

Це теплота, яка поступає в приміщення у вигляді явної $q_{\text{я}}$ (суха тепловіддача тіла) і прихованої $q_{\text{п}}$ теплоти (випаровуванням з поверхні шкіри і вологою, що видихається разом з повітрям). Для встановлення розрахункового теплового навантаження системи опалення враховується тільки явна теплота, оскільки лише вона підвищує температуру приміщення.

Кількість явних тепловиділень, що припадає на одну людину, залежить від характеру виконуваної роботи і від метеорологічних параметрів навколишнього повітря.

Надходження теплоти від людей визначається за формулою, Вт:

$$Q_{\text{л}} = n \cdot q_{\text{я}}, \quad (2.2)$$

де $q_{\text{я}}$ – питома кількість явної теплоти, що виділяється однією людиною – 99 Вт/люд.;

Згідно отриманих по документації і перепису населення в будинку станом на 2019 рік проживає 914 осіб. Також необхідно врахувати, що діти виділяють 75% тепла від тепла дорослих, а жінки 85% від тепла, що виділяють чоловіки.

Визначимо загальні теплонадходження від людей за (2.2):

$$Q_{\text{л}} = (240 \cdot 0,75 + 310 \cdot 0,85 + 364) \cdot 99 = 79942,5 \text{ Вт} = 79,943 \text{ кВт}.$$

2.4.2.2 Теплонадходження від електроустаткування і приладів

Технологічне устаткування (механічне, електричне та ін.) - це джерело теплонадходжень в приміщення. Кількість теплоти, що виділяється від електродвигуна та механічного обладнання, визначають за формулою (2.3).[15]:

$$Q_{\text{ел}} = N_{\text{в}} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{о}} \cdot k_{\text{з}} \cdot (1 - \eta + k_{\text{т}} \cdot \eta), \quad (2.3)$$

де $N_{\text{в}}$ - встановлена потужність, Вт;

$k_{\text{в}} = 0,7-0,9$ - коефіцієнт використання встановленої потужності;

$k_{\text{о}} = 0,5-1,0$ - коефіцієнт одночасності роботи устаткування;

$k_{\text{з}} = 0,5-0,8$ - коефіцієнт середнього завантаження обладнання;

$k_{\text{т}} = 0,1-1,0$ – коефіцієнт переведення механічної енергії в теплову, який враховує, що частина теплоти може бути віддана охолоджуючій емульсії, повітрю або воді та унесена ними з помешкання; $\eta = 0,7$ – ККД механізму.

Добуток $N_{\text{в}} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{о}} \cdot k_{\text{з}}$ у рівнянні відповідає фактичній витраті електроенергії, яка майже повністю перетворюється в теплоту. Величина $(1-\eta)$ визначає частку теплоти, яка виділяється електродвигуном та електричним обладнанням, а $(k_{\text{т}} \cdot \eta)$ – частка теплоти, що виділяється механічним обладнанням, яке приводиться в дію електродвигуном.

Тому за приведеною формулою (2.3), враховуючи потужність обладнання яке встановленого у будинку близьким 436,8 кВт, а також враховуючи всі зазначенні коефіцієнти отримаємо наступний вираз:

$$Q_{\text{ел}} = 436,8 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot (1 - 0,7 + 0,5 \cdot 0,7) = 159 \text{ кВт.}$$

2.3.2.3 Теплонадходження від освітлювальних приладів

Теплонадходження від освітлювальних приладів визначаються за формулою (2.4), Вт. [15]:

$$Q_{\text{осв}} = N_{\text{осв}} \cdot k_{\text{осв}} \cdot k_{\text{в.осв}}, \quad (2.4)$$

де $N_{\text{осв}}$ – сумарна потужність освітлювальних приладів, Вт; $k_{\text{осв}}$ - коефіцієнт

показує, яка частина електроенергії переходить в теплоту, що нагріває повітря в приміщенні; $k_{в.осв}$ - коефіцієнт використання світильників.

При підсумовуванні тепловиділень від електроосвітлення слід враховувати, що вони, як правило, не співпадають за часом з тепловиділеннями від сонячної радіації.

Надходження від освітлювальних приладів будуть мати наступний вигляд за формулою (2.4):

$$Q_{осв} = 400 \cdot 0,6 \cdot 0,2 = 48 \text{ кВт.}$$

2.3.2.4 Теплонадходження від сонячної радіації

Теплота від сонячної радіації поступає в приміщення крізь світлові отвори зовнішніх огорож (вікна, ліхтарі) $Q_{сл}$, а також крізь зовнішні стіни і плоскі покрівлі $Q_{п}$. Теплонадходження від сонячної радіації крізь стіни незначні і їх можна не враховувати. Найбільше теплоти надходить крізь вікна.

Теплові надходження крізь вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду, кВт·год, визначаються за формулою (2.5). [15]:

$$Q_{сл} = \xi_{в} \cdot \varepsilon_{в} \cdot (F_{пн} I_{пн} + F_{сх} I_{сх} + F_{пд} I_{пд} + F_{з} I_{з}), \quad (2.5)$$

де $\xi_{в}$ – коефіцієнти, що враховують затінення світлового прорізу;

$I_{пн}, I_{с}, I_{пд}, I_{з}$ – середня величина сонячної радіації за опалювальний період кВт·год/м²;

$\varepsilon_{в}$ – коефіцієнти відносного проникнення сонячної радіації;

$F_{пн}, F_{сх}, F_{пд}, F_{з}$ – площа світлових прорізів фасадів будинку, відповідно орієнтованих за чотирма напрямками світу, м².

Загальна площа вікон у будинку становить 9000 м². Широта розташування міста Київ [52° пн. ш.](#). Відповідно надходження за формулою (2.5) рівні:

$$Q_{\text{сл}} = 0,75 \cdot 0,65 \cdot (2250 \cdot 21 + 2250 \cdot 34,6 + 2250 \cdot 61,6 + 2250 \cdot 33,8) \\ = 165,628 \text{ кВт.}$$

Знаючи всі теплонадходження, зведемо їх в таблицю 2.14 та знайдемо повні теплонадходження в будинок.

Таблиця 2.14 – Теплонадходження в будівлю

Теплонадходження	Потужність, кВт
Від людей	79,943
Від електроустановок	159
Від освітлення	48
Від сонячної радіації	165,628
Загалом:	452,571

Відобразимо теплонадходження у вигляді балансу на рисунку 2.10



Рисунок 2.10 – Баланс теплонадходжень в будинок

Висновок до другого розділу

В даному розділі визначено витрати енергетичних ресурсів будівлі за кожен рік. Окремо розглядалися системи опалення, гарячого водопостачання, освітлення та вентиляції. Цього було досягнуто за рахунок проведення повного аналізу інженерних систем будинку та проведення розрахунку по тарифам за споживання енергії. Це дало можливість для розрахунку балансу витрат від інженерних систем для кожного року окремо, який показав, що найбільша частка витрат іде на опалення будинку, а також балансу теплонадходжень, який показав, що найбільша частка тепла надходить в будинок від сонячної радіації, оскільки, як вже зазначалося, фасад будинку повністю скляний.

3 ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ БУДІВЛІ

3.1 Встановлення частотно-регулюючого електроприводу на циркуляційний насос

3.1.1 Загальний опис заходу

Комплексна модернізація системи опалення включає в себе встановлення частотно-регулюючого електроприводу на установках циркуляційних насосів.

Електроенергія, споживана основними насосними агрегатами, витрачається на підйом рідини і подолання гідродинамічного опору в трубопроводах. Крім того, частина її витрачається в самих насосних агрегатах: на подолання сил тертя в сальниках та підшипниках насосних агрегатів, нагрів стали і міді в електродвигуні, вентиляцію і т. д.

Насосні установки працюють з підвищеним тиском через збільшення гідравлічного опору системи трубопроводів, коливань рівня рідини в прийомних і напірних резервуарах, а також невідповідності режиму роботи насосів режиму припливу або споживання рідини.

Підвищення тиску в результаті зміни гідравлічного опору залежить від витрати рідини і впливає на динамічну складову $v^2/2g$, що розвивається насосною установкою, змінюючи при цьому крутизну характеристики трубопроводу (див. рис. 3.1)

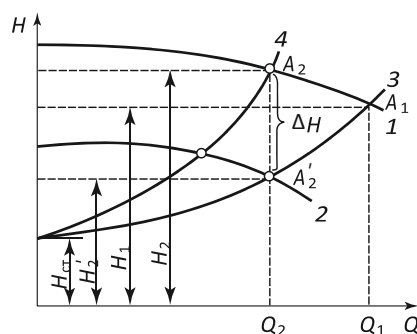


Рисунок 3.1 - Регулювання режиму роботи відцентрового насоса

1 - характеристика насоса при номінальній частоті обертання; 2 - те ж при зменшеній частоті обертання; 3 - характеристика трубопроводу при повному відкритті затвора; 4 - те ж при зменшенні ступеня відкриття затвора; H_1 , H_2 - напори, відповідні подачам Q_1 , Q_2 ; $H_{ст}$ - статична складова напору.

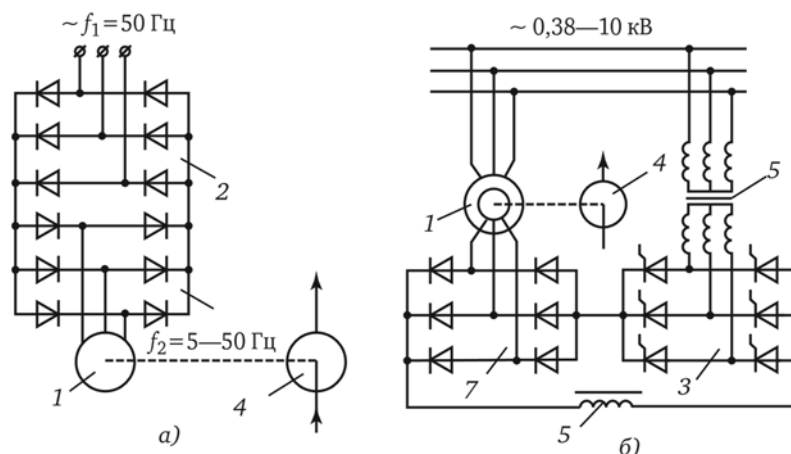
Відцентрові насоси найбільш ефективні, але регулюються зміною частоти обертання їх робочих коліс. Зміна частоти обертання робочих коліс насосів здійснюється за допомогою регулюючого електроприводу (РЕП).

Електроприводом називають пристрій, що перетворює електричну енергію в механічну, РЕП – прилад, що працює зі змінною частотою обертання. РЕП складається з електродвигуна, передавального механізму (трансмисії, муфти, редуктора) і системи управління. У РЕП, крім того, входять пристрої, що забезпечують зміну частоти обертання насосного агрегату в цілому або тільки насоса при попостійній частоті обертання електродвигуна.

Ці пристрої виконують зазвичай дві функції: є силовими перетворювачами енергії і в той же час елементами системи управління.

РЕП підрозділяється на дві основні групи: постійного і змінного струму. В насосних установках використовуються РЕП змінного струму.

Частотно-регулюючий електропривід (рис. 2.2, а). Основним елементом частотного РЕП є частотний перетворювач за допомогою якого практично незмінні мережеві параметри напруги U_1 і частота f_1 перетворюються в змінні.



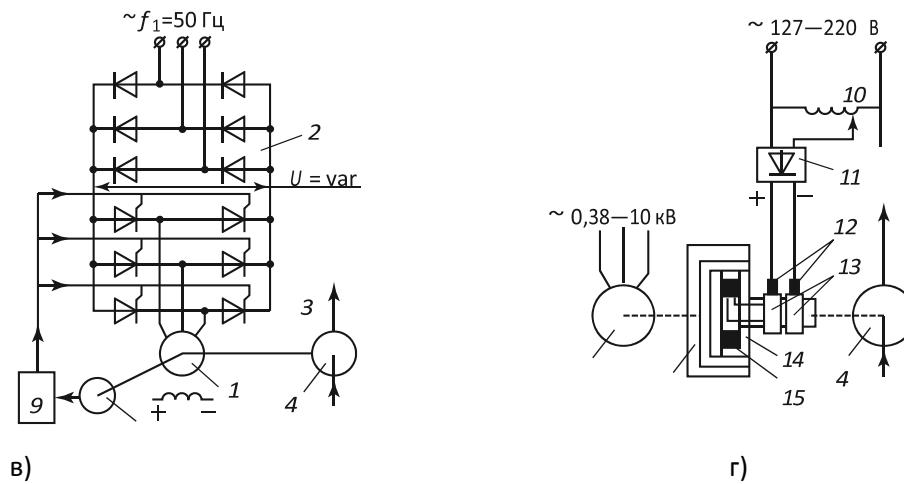


Рисунок 3.2 - Основні види РЕП, які використовуються в насосних установка.[17]

На рисунку 3.2 показані: а – частотний РЕП; б - асинхронно-вентильний каскад; в - РЕП на базі вентильного електродвигуна; г - РЕП з електромагнітною муфтою ковзання.

1 - асинхронний електродвигун; 2 - керований випрямляч частотного перетворювача; 3 - інвертор; 4 -центробежний Нососи; 5 - узгоджувальний трансформатор; 6 - згладжує дросель; 7 - некерований випрямляч; 8 - датчик положення ротора в просторі ; 9 - система імпульсно-фазового управління інвертора (СІФУ); 10 - керований реостат; 11 - однофазне випрямний пристрій; 12 - щітки; 13 - контактні кільця; 14 - індуктор; 15 - обмотка збудження ЕМС; 16 - якір ЕМС).

3.1.2 Економія енергії при використанні частотно-регулюючого електроприводу в насосних установках

Проведемо оцінку ефективності частотно-регулюючого електроприводу для насосної установки досліджуваного в дисертаційній роботі об'єкту.

У складі індивідуального тепловго пункту(ІТП), встановленого в будинку на 12 поверхів та вище повинно бути два циркуляційних насоси на кожному контурі опалення - основний і резервний. При виході з ладу одного включається

другий, це повинно відбуватися автоматично і робити це повинна система автоматизації теплового пункту.

У випадку з досліджуваним об'єктом, так і є.

Розрахунок прогнозованої економії енергії при заміні нерегульованого приводу регульованим і створення на цій основі енергозберігаючої системи автоматизованого управління (САУ) режимом роботи насосної установки здійснюється в наведеному нижче порядку:

1. За даними експлуатаційних спостережень за розрахунковий період (наприклад, календарний рік або опалювальний сезон і т. д.) будується впорядкована діаграма подачі води споживачеві. З використанням цієї діаграми визначаються значення найбільшої (Q_b) і найменшої (Q_m) подачі за розрахунковий період (див. формулу 3.1).

2. За даними експлуатаційних спостережень за розрахунковий період виявляються такі значення:

- тиск (h_b) на виході з насосної станції, відповідне подання Q_b ;
- тиск (h_m) на виході з насосної станції, відповідне подання Q_m .

3. Визначається найбільша споживана насосом потужність. Визначається з використанням прогнозованої кількості енергії, яка може бути зекономлена за даний період часу (рік) при регулюванні частоти обертання насоса і підтримки заданого тиску в контрольній точці теплової мережі.

Отже, невід'ємною частиною роботи є визначення основних характеристик насосної установки та отримання даних по її споживанню. Насупне визначення параметрів роботи насоса з встановленням РЕП дасть можливість розрахувати економію і терміни окупності після встановлення обладнання.

Характеристика насосу наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристика циркуляційного насосу будинку

Виробник	Sprut
Продуктивність, м ³ /год	15,5
Тип	Ціркуляційні насоси
Вага, кг	26.5
Висота подачі, м	36
Потужність, кВт	0,75

Обмеження в роботі насосу проявляються в тому, що робоча рідина, наприклад: чисті нев'язкі, неагресивні рідини, що не містять твердих частинок або волокон, подібні з водою по щільності і хімічній активності, тиск: 1 МПа (10 бар).

Нижнє та верхнє значення температури перекачується рідини від - 10 ° С до + 110 ° С, максимальна температура навколишнього середовища + 40 ° С. Установка працює 8760 год на рік.

Розрахунок

Мінімальна подача насоса $Q_m=0,021\text{ м}^3/\text{с}$.

Максимальна подача - $Q_6=0,043\text{ м}^3/\text{с}$.

Згідно формули (3.1) визначаємо відносно мінімальну подачу:

$$\lambda = \frac{Q_m}{Q_6} = \frac{0,021}{0,043} = 0,5 \quad (3.1)$$

Тепер визначаємо відносно статистичну висоту подачі за формулою (3.2):

$$H^* = \frac{H_{\Pi}}{H_6} = \frac{10}{16} = 0,6. \quad (3.2)$$

Відності витрати електроенергії визначаємо згідно отриманих значень в формулах 3.1 та 3.2, а також граничних кривих (див. рис. 3.3) і записуємо в формулу (3.3):

(3.3)

$$\omega^* = 0,182.$$

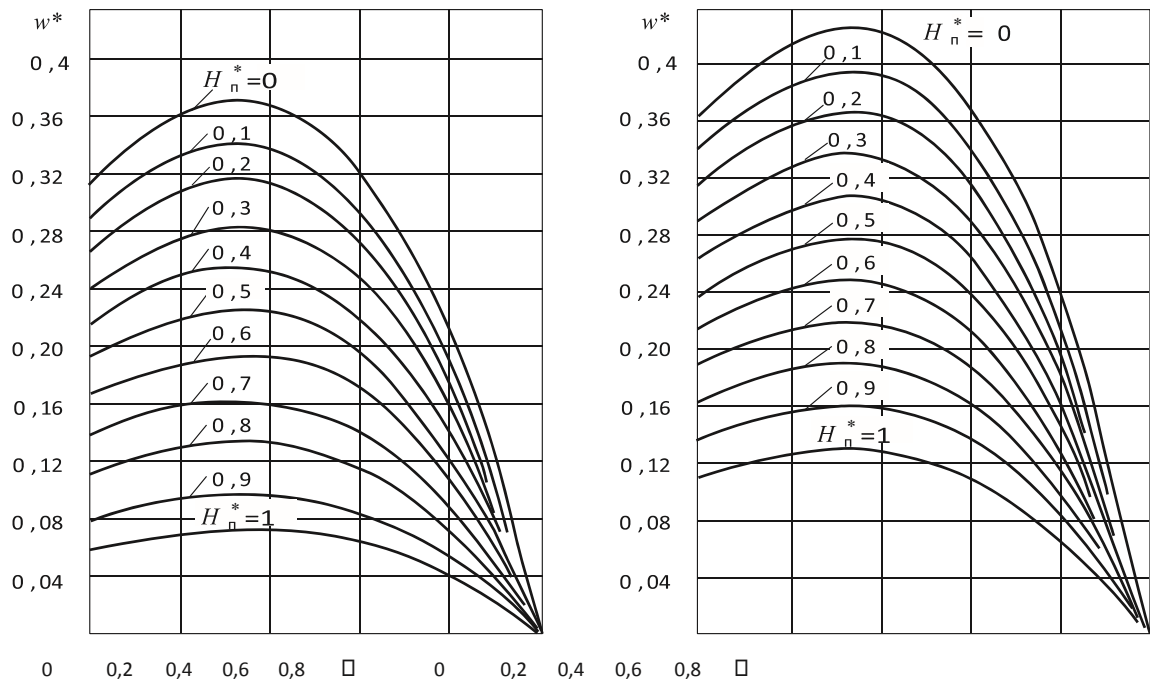


Рисунок 3.3 – Граничні криві

Тепер визначаємо найбільшу використану потужність насосної установки за формулою (3.4):

(3.4)

$$\Delta N = 9,81 \frac{Q \Delta H}{\eta_H},$$

де η_H – ККД насоса.

Підставляємо знайдені нами значення і отримаємо:

$$N_6 = \frac{9,81 \cdot 0,043 \cdot 16}{0,85} = 7,94 \text{ кВт.}$$

Економію електроенергії насоса згідно частотного регулювання визначаємо за формулою (3.5):

(3.5)

$$\Delta W = 7,94 \cdot 8760 \cdot 0,182 = 12658 \text{ кВт.}$$

Тепер вибираємо частотно-регулюючий електропривід фірми Schneider Electric серії Altivar типу ATV71 480В 0,75кВт , (див. рис. 3.4), що підходить для електродвигунів різної потужності - від 0,75 кВт до 630 кВт.[19]



Рисунок 3.4 - Частотно-регулюючий електропривід серії Altivar 71

Ціна одного приладу складає 14776 грн.

Додаткові капітальні затрати враховують норму амортизаційних відрахувань на електрообладнання, що розраховані за формулою (3.6):

(3.6)

$$\Delta A = A \Delta K = 0,083 \cdot 14776 = 1226 \text{ грн.}$$

Розраховуємо ціну зекономленої електроенергії по встановленому в будинку тарифу за формулою (3.6):

(3.7)

$$\Delta C_w = C_w \cdot \Delta W = 1,68 \cdot 12658 = 21265 \text{ грн.}$$

Розрахуємо термін окупності приладу, враховуючи попередні дані, за формулою (3.8):

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Delta K}{\Delta C_w - A \Delta K} = \frac{14776}{21265 - 1226} = 0,73,$$

що становить близько 9 місяців.

Отже захід є доволі практичним, актуальним і швидкоокупним. Дане електрообладнання найновішого зразку, враховуючи це, можна сказати, що співвідношення «ціна/якість» діє.

3.2 Модернізація системи внутрішнього освітлення

3.2.1 Заміна світильників

Для скорочення витрат електроенергії необхідна заміна ламп розжарювання на світлодіодні лампи (LED), оскільки, для забезпечення потреб внутрішнього освітлення використовуються лампи розжарювання потужністю та 100 Вт. Переваги світлодіодних ламп:

- значний строк служби, 40 000 год , тоді як лампа розжарювання світить близько 1 200 год, а звичайна люмінесцентна лампа – 10 000 год);
- значно вища світловіддача (сучасні світлодіоди більше 75% енергії перетворюють на світло, тоді як майже 90% енергії ламп розжарювання – це тепло);
- не потрібно утилізувати відпрацьовані лампи; - моментальне ввімкнення та можливість частого вмикання; - непотрібні стартери; - працює стабільно при коливаннях напруги (світловий потік незмінний).

Більш детальний опис ламп наведений в таблиці 3.2, де показано характеристики різних світильників з однаковим значенням світлового потоку. На рисунку 3.5 показані різновиди ламп.



- а) Лампа розжарювання;
- б) Люмінесцентна лампа;
- в) Світлодіодна лампа;

Рисунок 3.5 – Різновиди ламп

Таблиця 3.2 – Порівняльна характеристика світильників

Лампа розжарювання	Люмінесцентна лампа	Світлодіодна лампа (LED)
85 Вт	35 Вт	9Вт
810 Люменів світла	810 Люменів світла	810 Люменів світла
Термін служби 1200 год	Термін служби 10 000 год	Термін служби 40 000 год
10 років = 21 лампа	10 років = 3 лампи	10 років = 1 лампа

Проведення заходу почнемо з обробки існуючих даних. В коридорах будинку встановлено по 16 світильників на кожен поверх, відповідно, на 25 житлових поверхів маємо 400 шт.

Лампи розжарювання, потужністю 100 Вт, пропонується замінити на більш сучасні LED – лампи марки «R39 AL 7.0W. 220V E14 4100K 220тм». Працюватиме до 50000 годин. Обираємо LED – світильники потужністю 7 Вт з світловим потоком 1200 лм. Гарантія роботи лампи 5 років.

Інвестиції:

Ціна однієї такої лампи 41 грн, отже обладнання буде коштувати нам 16400 грн, беручи до уваги монтаж та усю супроводжуючу документацію, загальна сума становитиме 25000 грн.

Для розрахунку економії скористаємось наступною формулою (3.8):

$$\Delta W = (P_c - P_n) \cdot K_g \cdot T_p \cdot n. \quad (3.8)$$

де P_c - встановлена потужність старої лампи, кВт;

P_n - встановлена потужність нової лампи, кВт;

K_g - коефіцієнт використання потужності;

T_p - кількість ламп;

n - тривалість роботи ламп, год/рік.

Тоді маємо економію по формулі (3.1):

$$\Delta W = (0,01 - 0,007) \cdot 0,9 \cdot 400 \cdot 1825 = 19710 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}};$$

Розрахуємо економію в грошовому еквіваленті за формулою (3.9):

$$E = \Delta W \cdot b; \quad (3.9)$$

де b – тариф на електроенергію, грн/кВт·год.

Підставляємо в формулу (3.9) і маємо: грн

$$E = 19710 \cdot 1,68 = 33113 \frac{\text{грн}}{\text{рік}};$$

Розрахуємо простий термін окупності за формулою (3.10):

$$T = \frac{B}{E}; \quad (3.10)$$

Підставивши в формулу (3.10) значення , отримуємо:

$$T = \frac{25000}{33113} = 0,75,$$

що становить 9 місяців

Можна зробити висновок, що не зважаючи на простоту заходу він є досить доцільним та ефективним.

3.2.2 Встановлення датчиків руху на світильники в місцях загального користування

Встановлення датчиків руху в коридорах дозволяє автоматично вимикати освітлення в приміщенні при відсутності людей. Використаємо настінні датчики руху фірми АскоУкрем. Можна сказати, що ці датчики добре себе зарекомендували на ринку, вони нові, надійні в процесі експлуатації та енергоефективні. На сходових клітинах розміщено по два світильника. Ставимо датчик руху на кожен з них. В будинку 25 поверхів і два під'їзда. Використаємо 100 датчиків ДР-10А (див. рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – інфрачервоний датчик руху ДР-10А.[18]

Розрахунок річної економії енергії розраховується за формулою (3.11):

$$E = N \cdot P \cdot t = 100 \cdot 0,03 \cdot (12-8) \cdot 364 = 43680 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

Економія коштів при вартості 1 кВт·год = 1,68 грн. Складе за формулою (3.12):

$$E_e = 43680 \cdot 1,68 = 73382 \text{ грн.}$$

Розрахунок річної економії витрат

Витрати на введення в експлуатацію даного заходу з енергозбереження становитимуть 1800 грн – ціна одного датчика руху. Оскільки в нашому будинку 2 під'їзди, то необхідно встановити 100 датчиків руху – по 2 датчики на кожен поверх у кожному під'їзді;

208 грн – ціна встановлення одного датчика руху.

Витрати розраховуємо за формулою (3.13):

$$K = (1800 + 208) \cdot 100 = 200800 \text{ грн.}$$

Оцінка простої окупності за формулою (3.14):

$$T_{\text{ок}}^{\text{пр}} = \frac{200800}{73382} = 2,74,$$

що становить 2 роки і 9 місяців.

Отже, захід є доволі затратним в плані фінансування, проте дана система контролю є актуальною і на сьогоднішній день використовується в більшості країн Європи.

3.4 Заміна двигуна в ліфтовій установці

Велика частка споживання електричної енергії іде на три ліфтові установки в будинку. Вони працюють цілодобово, зона роботи від мінус першого до 25 поверху. Рекомендується модернізація установки за допомогою найновіших технологій в цій області. Заміна двигунів на більш компактні з частотним регулюванням дасть можливість високої економії ресурсу.

На ринку послуг високої оцінки досягли ліфтові двигуни серії АДБ180L6/18ЛБ УЗ (див. рис. 3.7) . Даний електродвигун має такі основні характеристики, що показані в таблиці (3.3).

Таблиця 3.3 – Основні характеристики двигуна АДБ180L6/18ЛБ УЗ

Напруга живлення, В	380
Корисна потужність, кВт	4,2 / 1,25
Синхронна частота обертання, об / хв	1000/333
Ковзання, %	5/8
ККД, %	82/42
Коефіцієнт потужності	0,7 / 0,34
Струм, А	14 / 13,3
Маса, кг	127,5

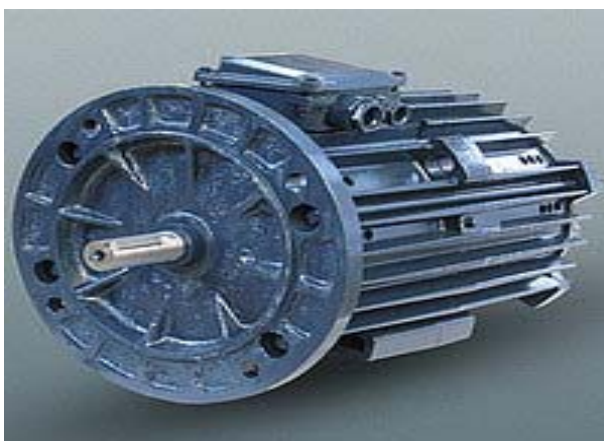


Рисунок 3.7 – Двигун АДБ180L6/18ЛБ УЗ

Розрахуємо економію від впровадження даного заходу та термін окупності. Вважаємо, що ліфт працює в пікові години навантаження 4 години зранку (з 7:00 до 11:00) та 5 годин ввечері (з 17:00 до 23:00) розрахуємо електровикористання даного двигуна за рік з урахуванням святкових днів за формулою (3.14):

(3.14)

$$W_{\text{рік}} = (4 \cdot 4 + 4 \cdot 5) \cdot 350 = 12600 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Економія у натуральних одиницях за формулою (3.15):

(3.15)

$$\Delta W = 24960 - 12600 = 12360 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Економія коштів після впровадження даного заходу складе за формулою (3.16):

(3.16)

$$E = \Delta W \cdot b = 12360 \cdot 1,68 = 20764 \text{ грн/рік}.$$

Встановлення електродвигуна разом із ціною на двигун буде коштувати 24830 грн. Тоді загальні капіталовкладення на впровадження заходу складатимуть за формулою (3.17):

(3.17)

$$K = (21200 + 3630) \cdot 3 = 74490 \text{ грн}.$$

Знаходимо термін окупності за формулою (3.18):

(3.18)

$$T_{\text{ок}}^{\text{пр}} = \frac{74490}{20764} = 3,59 \approx 3 \text{ роки і } 8 \text{ місяців}$$

3.5 Встановлення автоматичних вузлів обліку і регулювання теплової енергії

Досвід компаній, що займаються питаннями енергозбереження, показує, що висока зношеність обладнання і неможливість погодозавісного регулювання подачі теплоносія в систему опалення будівлі є основними причинами неефективного використання енергоресурсів з боку системи опалення будівлі.[19]

Надмірне споживання тепла житловим фондом на сьогоднішній день, за оцінками фахівців, становить близько 30-40% [20]. Одночасно з неефективним використанням теплової енергії, щорічно відбувається зростання тарифів.

Економії теплової енергії в системах теплопостачання до 20-30% можна досягти за рахунок автоматичного регулювання теплоспоживання. Найбільш повно і ефективно завдання автоматизації можуть бути реалізовані за допомогою індивідуальних теплових пунктів будівель (ІТП) з можливістю регулювання теплоспоживання за бажанням споживача в залежності від температури зовнішнього повітря, призначення об'єкта та ін.[21]

Раніше були опубліковані результати досліджень, які показали, що при переході з ЦТП на ІТП фактичне зниження теплової навантаження на опалення житлових багатоквартирних будинків, в середньому становить 33,5% [22, 23].

Для оцінки економії теплової енергії в результаті впровадження енергозберігаючих заходів, а саме встановлення вузлів обліку та автоматичного регулювання безпосередньо на ввіді в споживач, обраний житловий багатоквартирний будинок розташований за адресою Київ, вул. Авіаконструктора Антонова 2Б.

Тариф на теплову енергію на 2019 рік для населення м.Києві становить: 1654,41 грн. / Гкал з ПДВ. Фактичне споживання теплової енергії будинку на потреби опалення за опалювальний період 2019 рік склало 1145,9 Гкал або у вартісному вираженні в цінах 2019 року 1895,7 тис.грн. з ПДВ.

Оцінка економії теплової енергії проводилася на підставі 2-х підходів:

1. Експертної, за сформованим досвіду використання енергозберігаючих технологій;

2. Розрахункового, за наданими даними з урахуванням методик визначення потреби в тепловій енергії.

Згідно з даними наведеними в таблиці (3.4), економія теплової енергії, в результаті регулювання споживання теплової енергії на опалення за допомогою автоматичного вузла обліку (АВО) виходячи з потреби, і в залежності від температури зовнішнього повітря, становить 20% від загального споживання [24,25].

Таблиця 3.4 – Експертна оцінка економії теплової енергії

Етапи заходів	Кількість тепла	Економія теплової енергії, %
Фактичне споживання теплової енергії, Гкал	1145,9	
Економія теплової енергії від встановлення АВО з погодним регулюванням	229,2	20

Розрахунковий підхід заснований на зіставленні фактичного і проектного (нормативного) теплоспоживання.

Нормативна кількість теплової енергії, необхідної для опалення будівлі в опалювальний період перебувало за формулою (3.19):

(3.19)

$$Q_{0 \text{ проек}}^{\text{рік}} = Q_{0 \text{ max}} \cdot T_{\text{оп}} \cdot \frac{(t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}^{\text{cp}})}{(t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}^{\text{p}})} = 870,32 \text{ Гкал.}$$

де $Q_{0 \text{ max}} = 0,3478$ Гкал / год - проектне навантаження системи опалення; $t_{\text{вн}} = 20^{\circ}\text{C}$ - розрахункова температура повітря в опалювальному приміщенні; $T_{\text{оп}}$ - тривалість опалювального періоду – 187 днів; $t_{\text{зов}}^{\text{cp}}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, становить $-1,1^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{зов}}^{\text{p}}$ - розрахункова

температура зовнішнього повітря для проектування опалення в місцевості, де розташована будівля, становить 8°C [26].

Розрахункова оцінка потенціалу економії теплової енергії на потреби опалення в результаті проведення енергозберігаючих заходів визначалася за формулою (3.20):

(3.20)

$$E = Q_{0 \text{ факт}} - Q_{0 \text{ норм}} = 1145,9 - 870,32 = 275,58 \text{ Гкал.}$$

Визначення ймовірного потенціалу енергозбереження теплової енергії на потреби опалення засновано на розрахунку середньозваженої величини отриманих значень економії теплової енергії в двох вищеописаних підходах. Результати розрахунку представлені в таблиці (3.5).

Таблиця 3.5 – Оцінка середньої економії в системі опалення

Показник	Одиниця виміру	Експертна оцінка	Розрахунковий метод
Фактичне споживання теплової енергії	Гкал	1145,9	
Економія теплової енергії		229,2	275,58
Середньозважений показник економії	Гкал	252,39	
	Тис.грн	417,55	
	%	22	

Щорічний очікуваний ефект від реалізації запропонованих заходів (встановлення вузлів обліку та автоматичного регулювання) може скласти до 22% споживаної і що не менш важливо, оплачуваної теплової енергії.

У грошовому вираженні, згідно тарифу на теплову енергію на 2019 рік, зниження теплоспоживання дозволить власникам житла знизити вартість послуг, що надаються на суму близько 417,55 тис.грн. з ПДВ на рік.

В цілому, ефективність реалізації проекту по впровадженню АВО можна характеризувати значним зниженням теплоспоживання будівлі і, відповідно, зменшенням плати за спожиті енергоресурси.

Розрахунок економії спирався на експертну оцінку. досягнення економії теплової енергії можливо тільки при правильній експлуатації обладнання, періодичному контролі над його роботою і за умови, що модернізовані будівлі мають достатній рівень теплозахисту [27].

3.6 Промивка трубопроводів системи опалення і гарячого водопостачання

Відкладення в трубопроводах і на внутрішніх поверхнях теплообмінних апаратів є наслідком фізико-хімічного процесу. На інтенсивність цього процесу впливають кілька факторів: хімічний склад води, швидкість руху води, характер внутрішньої поверхні, температурні умови.

Відкладення здатні вносити корективи в установлений гідравлічний і тепловий режими доставки теплоносія до кінцевого споживача, тому своєчасне їх видалення з використанням сучасних технологій є заходом, що дозволяє усунути збої в теплопостачанні і так само знизити витрати електричної енергії на прокачку теплоносія. У тому випадку якщо відкладення сформувалися на внутрішній поверхні радіаторів, вони виступають в ролі додаткового опору теплопередачі.[29,30]

Розрахунок

Дані, що приймаються до розрахунку:

- внутрішній діаметр труби - $D = 0,2\text{ м}$;
- товщина внутрішніх відкладень - $\delta = 1\text{ мм}$;
- довжина трубопроводу - $L = 100\text{ м}$;
- температура води всередині труби – $t = 70^\circ\text{C}$;
- витрати води – $G = 10\text{ л/с}$;
- ККД насоса - $\eta_n = 0,85$;

- тариф на електричну енергію – $T = 1,68$ грн/кВт·год;

- річне число годин роботи трубопроводу – 5000 год;

Тепер визначаємо швидкість потоку води за формулою (3.21):

(3.21)

$$\omega = \frac{G}{\rho \cdot S} = \frac{50}{1000 \cdot 3,14 \cdot (0,2/2)^2} = 1,59 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Характер течії визначаємо за формулою (3.22):

(3.22)

$$Re = \frac{D \cdot \omega}{\nu} = \frac{0,2 \cdot 1,59}{0,4154 \cdot 10^{-6}} = 975759,93.$$

Оскільки показник Рейнольдса > 2300 , характер течії турбулентний.

Коефіцієнт кінематичної в'язкості беремо з таблиця (3.6).

Таблиця 3.6 - Коефіцієнт кінематичної в'язкості води в залежності від температури

$t, ^\circ\text{C}$	$\nu, 10^{-6} \text{м}^2/\text{с}$
0	1,7890
5	1,5156
10	1,3065
15	1,1416
20	1,0064
25	0,8968
30	0,8054
35	0,7248
40	0,6584
45	0,6017
50	0,5564
55	0,5146
60	0,4781
65	0,4445
70	0,4154
75	0,3892
80	0,3659
85	0,3451
90	0,3259
95	0,3099
100	0,2944

Відношення перепаду тиску розраховуємо за формулою (3.23):

(3.23)

$$\frac{\Delta P_2}{\Delta P_1} \approx \frac{D_1^5}{D_2^5} = \frac{0,2^5}{(0,2 - 0,002)^5} = 1,05.$$

Знаходимо коефіцієнт втрат на тріння за формулою (3.24):

(3.24)

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}} = \frac{0,316}{\sqrt[4]{975759}} = 0,01.$$

Визначаємо втрати тиску за формулою (3.25):

(3.25)

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho \omega^2}{2} = 0,01 \cdot \frac{100}{0,2} \cdot \frac{1000 \cdot 1,59^2}{2} = 25281 \text{ Па} = 25,281 \text{ кПа}.$$

Затрати на перекачування визначаються по формулі (3.26):

(3.26)

$$N = \frac{\Delta P \cdot V}{\eta_n} = \frac{25281 \cdot 0,05}{0,85} = 14871,18 \text{ Вт} = 14,871 \text{ кВт}.$$

Визначаємо річну різницю в затратах електроенергії по формулі (3.27):

(3.27)

$$\Delta W = \Delta N \cdot T \cdot n = 14,871 \cdot 8760 \cdot 0,05 = 6513,4 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Річна економія в грошовому еквіваленті визначається за формулою (3.28):

(3.28)

$$E_{\text{рік}} = \Delta W \cdot b = 6513,4 \cdot 1,68 = 10942,51 \text{ грн}.$$

Термін окупності визначаємо, виходячи з ціни проведення заходу в 16 тис.грн, отже за формуло (3.29) маємо:

(3.29)

$$T_{\text{ок}} = \frac{16000}{10942,51} = 1,46 \approx 1 \text{ рік і 6 місяців.}$$

В таблицю 3.7 занесемо дані по всім проведеним заходам та треміну їх окупності з метою оцінки кожного з них.

Таблиця 3.7 – Заходи з підвищення енергоефективності інженерних систем будинку

Захід	Економія, грн	Термін окупності
Частотно-регулюючий електропривід	21265	9 місяців
Заміна світильників	33113	9 місяців
Встановлення датчиків руху	73312	2 роки і 9 місяців
Заміна двигуна ліфтової установки	20764	3 роки і 8 місяців
Встановлення автоматичних вузлів обліку споживання теплової енергії	417550	5 років
Промивка труб системи опалення та гарячого водопостачання	10943	1 рік і 6 місяців

Висновок до третього розділу

В даному розділі були проведені розрахунки з економії споживання енергії від розробки та впровадження основних заходів з енергозбереження інженерних систем будинку. Встановлено терміни окупності кожного з них. За розрахунками було зроблено аналіз ціни та якості проведених заходів. Характеристика кожного була наведена у відповідних таблицях. На рисунках були показані основні прилади, що є невід’ємною частиною програми економії ресурсів. Модернізація систем освітлення та опалення, частотне регулювання електроприладів інженерних систем будинку – ці програми є актуальними в наш час, тому і були використані в роботі.

4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ

Стартап як форма малого ризикового (венчурного) підприємництва впродовж останнього десятиліття набула широкого розповсюдження у світі через зниження бар'єрів входу в ринок (із появою Інтернету як інструменту комунікацій та збуту стало простіше знаходити споживачів та інвесторів, займатись пошуком ресурсів, перетинати кордони між ринками різних країн), і вважається однією із наріжних складових інноваційної економіки, оскільки за рахунок мобільності, гнучкості та великої кількості стартап-проектів загальна маса інноваційних ідей зростає.

Проте створення та ринкове впровадження стартап-проектів відзначається підвищеною мірою ризику, ринково успішними стає лише невелика частка, що за різними оцінками складає від 10% до 20%. Ідея стартап-проекту, взята окремо, не вартує майже нічого: головним завданням керівника проекту на початковому етапі його існування є перетворення ідеї проекту у працюючу бізнес-модель, що починається із формування концепції товару (послуги) для визначеної клієнтської групи за наявних ринкових умов.

Розроблення та виведення стартап-проекту на ринок передбачає здійснення низки кроків, в межах яких визначають ринкові перспективи проекту, графік та принципи організації виробництва, фінансовий аналіз та аналіз ризиків і заходи з просування пропозиції для інвесторів. Узагальнено етапи розроблення стартап-проекту можна подати таким чином.[31]

Етапи розроблення стартап-проекту

Маркетинговий аналіз стартап-проекту

В межах цього етапу:

- 1) Розробляється опис самої ідеї проекту та визначаються загальні напрями використання потенційного товару чи послуги, а також їх відмінність від конкурентів;
- 2) Аналізуються ринкові можливості щодо його реалізації;

3) На базі аналізу ринкового середовища розробляється стратегія ринкового впровадження потенційного товару в межах проекту.

Організація стартап-проекту

В межах цього етапу:

1) Складається календарний план-графік реалізації стартап-проекту розраховується потреба в основних засобах та нематеріальних активах;

2) Визначається плановий обсяг виробництва потенційного товару, на основі чого формулюється потреба у матеріальних ресурсах та персоналі;

3) Розраховуються загальні початкові витрати на запуск проекту та планові загальногосподарські витрати, необхідні для реалізації проекту.

Фінансово-економічний аналіз та оцінка ризиків проекту

В межах цього етапу:

1) Визначається обсяг інвестиційних витрат;

2) Розраховуються основні фінансово-економічні показники проекту (обсяг виробництва продукції, собівартість виробництва, ціна реалізації, податкове навантаження та чистий прибуток) та визначаються показники інвестиційної привабливості проекту (запас фінансової міцності, рентабельність продажів та інвестицій, період окупності проекту);

3) Визначається рівень ризикованості проекту, визначаються основні ризики проекту та шляхи їх запобігання (реагування на ризики).

Заходи з комерціалізації проекту

Цей етап спрямовано на пошук інвесторів та просування інвестиційної пропозиції. Він передбачає:

1) Визначення цільової групи інвесторів та опису їх ділових інтересів; складання інвест-пропозиції (оферти): стислої характеристики проекту для попереднього ознайомлення інвестора із проектом

2) Планування заходів з просування оферти: визначення комунікаційних каналів та площадок та планування системи заходів з просування в межах обраних каналів;

планування ресурсів для реалізації відповідних заходів.[32,33]

В даному розділі розроблено перши етап стартап-проекту.

4.1 Ідея стартап-проекту

Сучасний стан інженерних систем будинку вимагає рішучих дій у цьому напрямку. Тарифи збільшуються, динаміка їх зростання дає чітке уявлення того, що потрібно розробляти нестандартні технології для економії енергії. Візьмемо будинок за адресою Авіаконструктора Антонова 2Б, що був розгляданий в дисертації. Будинок нової конструкції, але споживання енергії на дуже високому рівні, запропонованих заходів з енергозбереження може не вистачити для того, щоб задовольнити потреби споживачів на довгий час. Інженерні конструкції вимагають постійної перевірки і модернізації під існуючий час.

В цьому перевага нетрадиційних джерел енергії, які будуть актуальними завжди, оскільки у співвідношенні «ціна/якість» вони випереджають основні заходи з енергозбереження.

Для скорочення обсягів споживання можна обрати сонячні панелі, але їх монтаж і повна реалізація заходу займуть багато часу і потребують дуже великих коштів. Тому можна розробити систему, більш суб'єктивну, а саме встановлення жалюзей з сонячними батареями.

Будинок, що розглядається в дисертації має вигляд більшості офісних будівель – він скляний, згідно наведеного в другому розділі розрахунку теплнадходження від сонячної радіації значно перевищують інші, оскільки загальна площа вікон в будинку 9 тис. м².

Встановлення звичайних панелей не є доцільним, оскільки кут нахилу сонячних променів на порядок зменшує значення коефіцієнта корисної дії (ККД).

Тому розробка жалюзей подібної дії є доцільною. Тепер кут нахилу можна регулювати.

Пристрій представляє собою фотоелектричні елементи, які монтуються на віконні жалюзі з внутрішньої або зовнішньої частини віконного отвору. Ці модулі перетворюють сонячне випромінювання в теплову та електричну енергію, роблячи приміщення незалежним від зовнішніх електричних мереж.

Потужність пристрою на квадратному метрі віконного отвору досягає 150 Ватт при зовнішньому розміщенні жалюзі і до 100 Ватт при внутрішньому. Так жалюзі, встановлені в трикімнатній квартирі з вікнами, що виходять на південь, здатні виробляти до 600 Ватт на годину або близько 4 кВт в день, а це 100 кВт на місяць. Середнє споживання квартири коливається від 100 до 250 кВт в місяць.

Перетворювач зберігає одержувану енергію і спрямовує її в мережу, щоб жити електроприлади в будинку. А надлишок енергії можна зберігати і накопичувати, а при бажанні навіть продавати за зеленим тарифом обленерго: Вартість кіловата при споживанні - 1,8 грн, при продажу електроенергії за зеленим тарифом - 4 грн.

Устаткування звичайного вікна в міській квартирі інноваційними жалюзі обійдеться, в 300 \$. Повний перехід на сонячну енергію більш витратний. «Кінець сеансу від зовнішніх мереж можливо при обладнанні понад 10 метрів квадратних вікон, що виходять на південну сторону, і використання елементів живлення для накопичення і інвертора. Як акумулятора може використовуватися навіть Tesla PowerWall.

Зміст ідеї, напрямки застосування та вигоди для жителів м. Києва наведені в таблиці (4.1).

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для споживача
Встановлення жалюзей з сонячними панелями для значного скорочення споживання електричної енергії в будинку	1.Багатоквартирні будинки	Економія коштів за електроенергію
	2.Офісні приміщення	Висока надійність і довгий термін експлуатації
	3. Приватні будинки	Якісний і швидкий монтаж

В першу чергу необхідно провести аналіз і порівняльну характеристику наведеного проекту з уже існуючими, визначивши суб'єктивно слабкі та сильні сторони. Заносимо дані в таблицю (4.2).

Таблиця 4.2 – Характеристика ідеї стартап-проекту

№	Технікоекономічні характеристики ідеї	Слабка сторона	Сильна сторона
1.	Не має аналогів	+	
2.	Новизна		+
3.	Масштабне виробництво в майбутньому		+
4.	Простота у користуванні		+
5.	Економія енергії(коштів)		+
6.	Модернізація		+

Унікальність товару є слабкою стороною. Зараз в більшості країн світу використання нетрадиційних підходів до підвищення енергоефективності є пріоритетним завданням. Але в нашій країні технологія поки що не досягла рівня, коли є необхідність масштабного виробництва. Хоча, це можливо, оскільки ресурсна база для проекту існує.

Ще одним важливим аспектом є вдосконалення існуючої системи з метою економії більшої, ніж та, що є на сьогоднішній день.

4.2 Запуск проекту на ринок. Можливості та перспективи

Для аналізу ринкових можливостей запуску стартап-проекту необхідно визначити потенційні групи клієнтів та їхні характеристики. Орієнтовний перелік потенційних груп клієнтів та їхні характеристики наведено в таблиці (4.3).

Таблиця 4.3 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Відмінності у поведінці цільових груп	Вимоги споживачів до товару
1.	Скорочення споживання електричної енергії споживачем	Багатоквартирні будинки	Розташовані в містах та селищах міського типу	Безперебійність в роботі
2.		Офіси	Розташовані в містах	Простота використання
3.		Приватні будинки	Розташовані в містах, приміських районах та селах	Практичність

Наразі провести аналіз конкуренції на ринку є неможливим, так як ринок товару ще не є цілком сформованим.

Тепер проведемо характеристику можливостей та загроз для проекту. В певному сенсі проведемо частину SWOT-аналізу даної ідеї. Характеристику загроз занесено в таблицю (4.4). Характеристику можливостей – в таблицю (4.5).

Таблиця 4.4 - Фактори загроз

№	Фактори	Зміст загрози	Реакція компанії
1.	Поява конкуренції на ринку	Зниження попиту на товар внаслідок появи кращих аналогів	Модернізація існуючого обладнання проекту
2.	Висока ціна за монтаж	Зниження попиту на товар внаслідок недоступності і, відповідно, меншої зацікавленості	Суб'єктивні рішення що до ціни, реклама, акційні пропозиції, збільшення масштабності виробництва
3.	Низький дохід покупця		
4.	Тарифікація		

Таблиця 4.5 – Фактори можливостей

№	Фактори	Зміст можливостей	Реакція компанії
1.	Висока ціна за електроенергію	Економія обсягів спожитої енергії	Збільшення попиту
2.	Розвиток нетрадиційних джерел енергії		Масштабність виробництва

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу на основі виділених ринкових загроз та можливостей [34].

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

SWOT-аналіз представлений у таблиці (4.6).

Таблиця 4.6 – SWOT-аналіз стартап-проекту[31]

S (Сильні сторони)	W (Слабкі сторони)
<ul style="list-style-type: none"> - Висока ефективність роботи - Наявність ресурсної бази - Простота в обслуговуванні - Наявна клієнтська база 	<ul style="list-style-type: none"> - Поява конкурентних товарів на ринку - Висока ціна
О (Можливості)	Т (Загрози)
<ul style="list-style-type: none"> - Зростання попиту на продукцію - Можливість дистанційного керування роботою приладу 	<ul style="list-style-type: none"> - Підвищення тарифів за електроенергію - Низький дохід більшості споживачів

Висновки до четвертого розділу

В даному розділі було розроблено стартап-проект зі встановлення жалюзей з використанням сонячних панелей для економії електроенергії споживачами в будинку. Даний проект є актуальним як для житлового комплексу, так і для офісних споруд, більшість з яких, так само, як і будинок, що розглядається в дисертації, скляні з монолітно-каркасною системою побудови. Тому ці жалюзі особливо рентабельно використовувати в офісах. Було проведено дослідження і виявлена економія від встановлення однієї такої жалюзі. Так само було встановлено ціну за одиницю продукції. Всі ці та інші дані було зведено в матрицю можливостей і загроз, конкретно описану в SWOT-аналізі, який відображає можливу реакцію покупців та перспективи розвитку проекту на ринку.

ВИСНОВКИ

1) Магістерська дисертація була виконана з урахування обсягів спожитої енергії інженерними системами житлового будинку в місті Києві. Зростання споживання даних ресурсів спонукає до підвищення енергоефективності, розробки необхідних заходів з енергозбереження. Була визначена методика з підвищення енергоефективності житлової будівлі, показники енергоефективності. Проведено аналіз витрат на енергоспоживання, визначено класу енергоефективності, розроблено рекомендації по енергозбереженню

2) Для отримання повної картини даних по балансу інженерних систем був проведений відповідний розрахунок по тарифам теплової енергії, електричної енергії та холодної води, завдяки чому було визначено грошовий еквівалент кожного з них. Після встановлення загальних (річних) обсягів споживання було проведено розрахунок балансу теплонадходжень в будинок та побудовано діаграму, що чітко показує, яка складова надає в будинок найбільше тепла.

3) В роботі було представлено розрахунки з економії споживання енергії від розробки та впровадження основних заходів з енергозбереження інженерних систем будинку. Встановлено терміни окупності кожного з них.

4) В магістерській дисертації у вигляді стартап проекту було запропоновано систему економії електричної енергії за допомогою використання сонячних жалюзей. Жалюзі будуть розміщуватися як ззовні, так і в будинку, керування здійснюватиметься дистанційно. Перспективи даного продукту на ринку було чітко описано в аналізі на можливі загрози та можливості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. www.velux.ru.
2. ЗАКОН УКРАЇНИ «Про енергетичну ефективність будівель» (відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, №33, ст.359)
3. Андрій Цибулько, Інформаційний посібник «Енергоефективність. Новий освітній рівень». 2019р.
4. Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. «Проектування системи водяного опалення»
5. О.А. Петухова, С.А. Горносталь, «Інженерні мережі та комунікації. Частина 2. Теплогазопостачання»
6. Схема мереж гарячого водопостачання | Довідник будівельника | Системи і схеми водопостачання будівель | Довідник будівельника. 2018р.
7. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства. Наказ від 11.07.2018 №169 про затвердження Методики з визначення енергетичної ефективності будівлі.
8. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель».
9. ДБН В.2.6-31:2016. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель.
10. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства. Наказ від 11.07.2018 №173 Про затвердження Методики обстеження інженерних систем будівлі
11. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства. Наказ від 11.07.2018 №170 про затвердження Методики визначення економічно доцільного рівня енергетичної ефективності будівель.
12. Група компаній ALUTECH.
13. КТМ – 204 Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько–побутові потреби в Україні. КТМ 204 Україна 244–94. – К.:ЗАТ

„ВПОЛ”. – 2001. – 376с. – (Нормативний документ Державного комітету по житлово-комунальному господарству).

14. Визначення теплового навантаження будівель та вибір системи теплопостачання [Текст] : навч. посіб. / В. В. Дубровська, В. І. Шкляр. - К.: НТУУ «КПІ», 2011.-116 с

15. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія.

16. Інформаційний посібник «Новий освітній простір. Енергоефективність», 2019 рік.

17. Б.С. Лезнов «Частотно-регулюючих електропривід».

18. Schneider Electric/ Електричне обладнання. Автоматизація та контроль.

19. Пирков В. В. Сучасні теплові пункти. автоматика та регулювання.- К.: ІІ ДП «Такісправі», 2007.- 252 с.

20. Hegner HD, Vogler I. Energiee in sparv eror dnung EnEV-fürdie Praxis kommentiert: Wärmeschutz und Energie bilanzen für Neubau und Bestand. Rechenverfahren, Beispiele und Auslegungenfür die Baupraxis // Ernst&SohnVerlagfür Architektur und technischeWissenschaften GmbH & Co. KG.Berlin. 2002. – 153 p.

21. Волосатова Т.А. Деякі питання енергоефективності теплових мереж в розрізі поточного стану житлово-комунального комплексу// Інженерний вісник, 2013, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2054.

22. Звонарьова Ю.М., Ваньков Ю.В. Оцінка енергетичної ефективності і зміни показників роботи системи теплопостачання з урахуванням поетапного впровадження автоматичних вузлів обліку і регулювання теплової енергії на споживачах // VII міжнародна науково-практичної конференції «21 століття: фундаментальна наука і технології» .- North Charleston, SC, USA: CreateSpace, 2015 Том 2. Сс.131-133.

23. Звонарьова Ю.М., Ваньков Ю.В., Полєнов Л.А., Павлов Л.А. вплив поетапного впровадження АІТП на гідравлічну стійкість системи в цілому // Енергоресурсоефективність та енергозбереження /. Мартинова Е.В. // XV

Міжнародний сімпозиум, 1-3 квітня 2015р / Видавництво: ІП Шайхутдинов А.І, 2015.-524 с. С. 77-79.

24. Макареня Т.А., Сташ С.В. Система тарифоутворення на послуги житлово-комунального господарства.

25. Allen B., Savard-Goguen M., Gosselin L. Optimizing heat exchanger networks with genetic algorithms for designing each heat exchanger including condensers// Applied Thermal Engineering. 2009, V. 29, no. 16. Pp. 3437-3444.

26. Соколов Є.Я. Теплофікація і теплові мережі. - М.: Видавництво МЕІ, 2001. – 472с.

27. Primenenie sredstv avtomatizacii Danfoss v teplovyh punktah sistem central'nogo teplosnabzhenija zdaniy [Application of an automation equipment of Danfoss in thermal points of systems of the central heat supply of buildings]. Posobie. RB.00.N8.50. М.: ООО «Danfoss», 2014. 63 p.

28. Бухміров В.В., Нурахов М.М., Косарев П.Г., Фролов В.В. // Методичні рекомендації щодо оцінки ефективності енергозберігаючих заходів - Москва: Інститут якості вищої освіти НІТУ «МИСиС», 2014р.- 96 с.

29. Методичні рекомендації з розробки програм в області енергозбереження і підвищення енергетичної ефективності організацій за участю держави або муніципальних утворень. - М.: ФГБУ «РЕА», 2010р.

30. Бланк, С. Стартап. Настільна книга засновника / С. Бланк, Б. Дорф; пер. з англ. Т. Гутман, І. Окунькова, Е. Бакушева. - 2-е вид. - Москва: Паблішер, 2014. - 614 с.

31. Дрейпер, У. Стартапи: професійні ігри Кремнієвої долини / У. Дрейпер; переумова. Е. Шмідта; пер. з англ. В. Єгорова. - Москва: Ексмо, 2012. - 378 с.

32. Коен, Д. Стартап в Мережі: майстер-класи успішних підприємців / Д. Коен, Б. Фелд; пер. з англ. М. Іутіна. - 2-е вид. - Москва: Паблішер, 2013. - 337 с.